

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: MEJORA DEL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN POR FRÍO DE LOS VINOS DE UNA PEQUEÑA BODEGA

Autor: Ángel de ALBA MORENO

Fecha: Junio 2014





DOCUMENTOS DEL PROYECTO

DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO N°2: PLANOS

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°1: **MEMORIA DESCRIPTIVA**

DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 7 |
| 1.1. OBJETO DEL PROYECTO | 7 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 7 |
| 1.3. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO | 7 |
| 2. ANTECEDENTES | 9 |
| 2.1. DEFINICIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VINOS DE JEREZ | 9 |
| 2.2. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO | 11 |
| 2.2.1. CLIMATOLOGÍA | 11 |
| 2.2.2. SUELO | 12 |
| 2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ | 13 |
| 2.3.1. DATOS DE PRODUCCIÓN | 15 |
| 2.3.2. VARIEDADES DE UVA | 17 |
| 2.3.3. EL CULTIVO | 19 |
| 2.3.4. LA VENDIMIA | 21 |
| 2.3.5. LA VINIFICACIÓN | 23 |
| 2.3.6. CLASIFICACIÓN, ENCABEZADO, LAS SOBRETABLAS Y LA SEGUNDA CLASIFICACIÓN | 29 |
| 2.3.7. CRIANZA | 31 |
| 2.3.7.1. TIPOS DE ENVEJECIMIENTO | 31 |
| 2.3.7.2. LA BOTA | 32 |
| 2.3.7.3. EL SISTEMA DE CRIADERAS Y SOLERA | 33 |
| 2.3.7.4. LAS BODEGAS DE CRIANZA | 34 |
| 2.3.8. EMBOTELLADO | 37 |
| 2.4. PRECIPITACIONES TARTÁRICAS | 38 |
| 2.4.1. MECANISMO DE LA INSOLUBILIZACIÓN TARTÁRICA | 39 |
| 2.5. TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA | 45 |
| 2.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA ADOPTADA | 48 |
| 2.5.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL TRATAMIENTO POR FRÍO | 50 |
| 2.6. LA FILTRACIÓN EN EL PROCESO DE ACABADO DE LOS VINOS | 52 |
| 3. ANTECEDENTES SOBRE LOS EQUIPOS Y LA INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO EN FRÍO | 55 |
| 3.1. EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN | 55 |
| 3.2. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS | 55 |
| 3.2.1. COMPONENTES | 57 |
| 3.2.1.1. BASTIDOR | 58 |
| 3.2.1.2. PLACAS | 58 |
| 3.2.2. FUNCIONAMIENTO | 60 |
| 3.2.3. ARREGLO DE FLUJOS | 61 |
| 3.2.4. TIPOS DE INTERCAMBIADORES DE PLACAS | 62 |
| 3.2.4.1. POR LA FORMA DE UNIÓN DE LAS PLACAS | 62 |
| 3.2.4.1.1. MEDIANTE JUNTAS | 62 |
| 3.2.4.1.2. SOLDADO | 63 |

| | |
|---|------------|
| 3.2.4.1.3. SEMISOLDADO | 63 |
| 3.2.4.2. POR LA DIRECCIÓN DE LOS FLUIDOS. | 64 |
| 3.2.4.2.1. FLUJO PARALELO | 64 |
| 3.2.4.2.2. FLUJO CONTRACORRIENTE | 64 |
| 3.2.4.3. POR EL NÚMERO DE PASOS | 64 |
| 3.2.4.3.1. UN PASO | 64 |
| 3.2.4.3.2. VARIOS PASOS (POR LO GENERAL DOS) | 64 |
| 3.2.4.4. POR EL NÚMERO DE CIRCUITOS DE REFRIGERANTE | 65 |
| 3.2.4.4.1. SIMPLE | 65 |
| 3.2.4.4.2. DOBLE | 65 |
| 3.2.5. GEOMETRÍA PLACA | 65 |
| 3.2.6. CARACTERÍSTICAS DEL INTERCAMBIADOR DE PLACAS | 66 |
| 3.2.6.1. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (U) | 66 |
| 3.2.6.2. ÁREA DE TRANSFERENCIA | 67 |
| 3.2.6.3. PRESIÓN | 67 |
| 3.2.6.4. MATERIALES | 67 |
| 3.2.6.5. TAMAÑO | 67 |
| 3.2.6.6. COSTO INICIAL | 67 |
| 3.2.6.7. FLUJOS | 67 |
| 3.2.6.8. TEMPERATURAS | 67 |
| 3.2.6.9. VOLUMEN DE RETENCIÓN | 68 |
| 3.2.6.10. SUCIEDAD | 68 |
| 3.2.6.11. ADAPTABILIDAD | 68 |
| 3.2.6.12. RANGO DE FUNCIONAMIENTO | 68 |
| 3.2.6.13. FLEXIBILIDAD | 68 |
| 3.2.6.14. FACILIDAD DE MONTAJE Y DESMONTAJE | 68 |
| 3.2.6.15. SÓLIDOS EN EL FLUIDO | 68 |
| 3.2.6.16. CONDENSACIÓN | 68 |
| 3.2.7. APLICACIONES | 69 |
| 3.2.8. VENTAJAS Y LIMITACIONES | 69 |
| 3.2.8.1. VENTAJAS | 69 |
| 3.2.8.2. LIMITACIONES | 70 |
| 3.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA | 71 |
| 3.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA | 71 |
| 3.4. SISTEMA DE FILTRACION | 75 |
| 3.4.1. MECANISMOS DE LA FILTRACIÓN | 80 |
| 3.4.1.1. MECANISMO DE TAMIZADO | 81 |
| 3.4.1.2. MECANISMO DE ADSORCIÓN | 82 |
| 3.4.2. PARÁMETROS Y ENSAYOS DE FILTRACIÓN | 83 |
| 3.4.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS FILTRANTES | 88 |
| 3.4.4. SISTEMAS DE FILTRACIÓN | 90 |
| 3.4.5. FILTRACIÓN POR PLACA | 90 |
| 3.5. SISTEMA DE IMPULSIÓN DE FLUIDOS | 101 |
| 3.5.1. BOMBAS VOLUMÉTRICAS | 103 |
| 3.5.2. BOMBAS CENTRÍFUGAS | 109 |
| 3.6. TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS | 112 |
| 3.6.1. NOCIONES GENERALES | 113 |
| 3.6.2. CONDUCCIONES FIJAS | 116 |
| 3.6.3. CONDUCCIONES FLEXIBLES | 118 |
| 3.6.4. VALVULERÍA Y ACCESORIOS | 120 |
| 3.7. DEPÓSITOS DE FRÍO | 125 |
| 3.7.1. DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO | 125 |
| 3.7.2. DEPÓSITOS DE ACERO | 127 |
| 3.7.2.1. DEPÓSITOS DE ACERO INOXIDABLE | 128 |

| | |
|---|------------|
| 4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN MEJORADA | 135 |
| 4.1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA | 135 |
| 4.2. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS | 137 |
| 4.2.1. SELECCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS | 137 |
| 4.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS SELECCIONADO | 137 |
| 4.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA | 138 |
| 4.3.1. SELECCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA | 138 |
| 4.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA SELECCIONADO | 139 |
| 4.4. SISTEMA DE FILTRACIÓN | 142 |
| 4.4.1. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN | 142 |
| 4.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN | 142 |
| 4.5. SISTEMA DE IMPULSIÓN DE FLUIDOS | 143 |
| 4.5.1. SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE IMPULSIÓN | 143 |
| 4.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE IMPULSIÓN | 143 |
| 4.6. TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS | 144 |
| 4.6.1. SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LAS CONDUCCIONES | 144 |
| 4.6.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDUCCIONES | 144 |
| 4.7. DEPÓSITOS DE ACERO INOXIDABLE | 145 |
| 4.7.1. SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LOS DEPÓSITOS | 145 |
| 4.7.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS | 147 |
| 5. NOMENCLATURA | 150 |
| 6. GLOSARIO | 151 |
| 7. NORMATIVA | 153 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 155 |
| 9. ANEXOS A LA MEMORIA DESCRIPTIVA | 159 |
| 9.1. ANEXO Nº1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS | 161 |
| 9.2. ANEXO Nº2: ESTUDIOS DE LOS COSTES | 249 |
| 9.3. ANEXO Nº3: DATOS TÉCNICOS | 261 |
| 9.4. ANEXO Nº4: FIGURAS Y TABLAS | 305 |

1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto fin de carrera es la mejora del sistema de estabilización tartárica de los vinos en una bodega de pequeño tamaño, que trata tres tipos de vinos distintos: Moscatel Blanco, Fino y Fino Reñidero, que están contemplados en la Denominación de Origen "Jerez-Xérès-Sherry" y "Manzanilla - Sanlúcar de Barrameda" por el consejo regulador.

En la bodega se tratan por frío 120000 litros de vino al año, entre moscatel blanco, fino y reñidero, siendo el caudal de 1000 litros por hora, y tratándose cada mes 10000 litros en dos días.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La técnica para la estabilización tartárica más utilizada en el sector vitivinícola es el tratamiento por frío, con ello se consigue garantizar las características físico-químicas y organolépticas durante su conservación.

En esta bodega de pequeño tamaño se está realizando la estabilización tartárica de los vinos por frío pero de forma discontinua, con lo cual se está perdiendo energía, por lo que diseñaremos una forma en la que se pueda recuperar la mayor energía posible, siendo esta de forma semicontinua. En el proceso de mejora comprobaremos que las operaciones unitarias son las más eficaces y que los equipos presentes en la bodega lo cumplen, para economizar lo máximo posible.

1.3. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Las mejoras serán implantadas en una bodega que está situada en la provincia de Cádiz, en el término municipal de Chiclana de la Frontera, con las siguientes coordenadas +36° 25' 24.34", -6° 8' 22.07".



Ilustración 1: Localización de la bodega

2. ANTECEDENTES

2.1. DEFINICIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VINOS DE JEREZ

Los diferentes tipos de vinos que a continuación se describen están regidos por la reglamentación comunitaria básica (Reglamento (CE) 479/2008 Organización Común del Mercado Vitivinícola Europeo, este Reglamento es derogado por el Reglamento (CE) 491/2009.), los vinos de Jerez, que constituyen la denominación de origen más antigua de España, siendo la fecha de fundación el año 1935, se rigen por su propia normativa específica de la denominación de origen (Reglamento de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda” del 22 de diciembre 2011(BOJA N° 248 del 22 de diciembre 2011)).

Según el procedimiento seguido en su elaboración, los distintos tipos de vinos de Jerez pueden agruparse del siguiente modo: Vinos Generosos, con un contenido en azúcares reductores no superior a 5 gramos por litro, entre los que se encuentran los tipos Fino, Amontillado, Oloroso y Palo cortado; Vinos Dulces Naturales, con un contenido en azúcares reductores superior a 160 gramos por litro, entre los que se encuentran los tipos Dulce, Moscatel y Pedro Ximénez; y Vinos Generosos de Licor y otros vinos de Licor, con una graduación alcohólica total no inferior a 17,5% en volumen y un contenido en azúcares reductores superior a 5 gramos por litro, entre los que se encuentran los tipos Dry, Medium, Pale Cream, y Cream.

Según las características de las uvas utilizadas y el procedimiento seguido en su elaboración, se distinguen los siguientes tipos de vinos de Jerez, recogidos en el reglamento del BOJA N° 249 del 22 de diciembre 2011 de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda”:

| Tipo de Vino | Alcohol (% vol.) | Azúcar (g/l) |
|---------------|------------------|--------------|
| Fino | 15-17 | <5 |
| Amontillado | 16-22 | <5 |
| Oloroso | 17-22 | <5 |
| Palo cortado | 17-22 | <5 |
| Dry | 15-22 | 5-45 |
| Pale Cream | 15,5-22 | 45-115 |
| Medium | 15-22 | 5-115 |
| Cream | 15,5-22 | 115-140 |
| Pedro Ximénez | 15-22 | >212 |
| Moscatel | 15-22 | >160 |
| Dulce | 15-22 | >160 |

Tabla 1: Tipos de vinos y sus contenidos en alcohol y azúcar

Vinos Generosos

Palo cortado: Vino de color ámbar a caoba, de aroma característico con notas que recuerdan al Amontillado, si bien al paladar presenta características similares al Oloroso, como consecuencia de su proceso de crianza* oxidativa, tras la desaparición del inicial velo de flor,

con un grado alcohólico volumétrico adquirido entre 17% y 22% vol.

Amontillado: Vino de color ámbar más o menos intenso, de aroma y sabor característicos, como consecuencia de su proceso particular de crianza, que incluyen una primera fase de crianza biológica, seguida de una fase de crianza oxidativa, con un grado alcohólico volumétrico adquirido entre 16% y 22% vol.

Fino: Vino de color amarillo pajizo a dorado pálido, con aroma y sabor propios de la crianza biológica. Sus especiales características son el resultado de que la totalidad de su proceso de crianza se ha desarrollado bajo velo de flor, con un grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 17% en volumen. Perteneciendo el Fino y el Fino Reñidero a este tipo de vino.

Oloroso: Vino de color ámbar intenso a caoba, de sabor característico y aroma muy acusado, como consecuencia de su proceso de crianza oxidativa, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 17% y 22% vol.

Vinos Generosos de Licor

Dry: Vino de color amarillo pálido a dorado, con aroma propios de la crianza biológica bajo velo de flor y sabor ligeramente abocado, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol.

Pale Cream: Vino de color amarillo pajizo a dorado pálido, con aroma propios de la crianza biológica bajo velo de flor y sabor abocado, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15,5% y 22% vol.

Medium: Vino de color ámbar a caoba, con aroma en el que se conjugan los propios de la crianza biológica y los de la crianza oxidativa y sabor abocado, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol.

Cream: Vino de color ámbar intenso a caoba, con aroma profundo propios de la crianza oxidativa y sabor dulce, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15,5% y 22% vol.

Vinos Dulces Naturales

Pedro Ximénez: Vino elaborado al menos en un 85% a partir de mosto de uvas muy maduras o soleadas de la variedad Pedro Ximénez, cuya fermentación es detenida mediante la adición de alcohol de vino. De color ámbar dorado a caoba más o menos intenso e incluso ébano y aspecto denso; con notas aromáticas de pasificación, muy dulce y untuoso en el paladar, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol.

Dulce: Vino elaborado a partir de mosto de uvas muy maduras o soleadas de las variedades autorizadas, cuya fermentación es detenida mediante la adición de alcohol de vino. De color ámbar a caoba más o menos intenso e incluso ébano y aspecto denso; con notas aromáticas de pasificación, muy dulce y untuoso en el paladar, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol.

Moscatel: Vino elaborado al menos en un 85% a partir de mosto de uvas muy maduras o soleadas de la variedad Moscatel, cuya fermentación es detenida mediante la adición de alcohol de vino. De color dorado ámbar a caoba más o menos intenso e incluso ébano y

aspecto denso; con notas aromáticas de pasificación, muy dulce y untuoso en el paladar, con grado alcohólico volumétrico adquirido entre 15% y 22% vol. Perteneciendo el Moscatel Blanco a este tipo de vino.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO

La climatología y el suelo de la zona de Chiclana de la Frontera, que está situada en el Marco de Jerez, son factores importantes para la elaboración de los vinos, ya que de ello depende la maduración de la uva.

2.2.1. CLIMATOLOGÍA

El clima en el Marco de Jerez es cálido, como consecuencia de su baja latitud, ya que se trata de una de las regiones vinícolas más meridionales de Europa. La zona cuenta con veranos secos y altas temperaturas, lo que provoca una alta evapotranspiración, aunque la cercanía del Océano Atlántico dulcifica y humedece el ambiente, especialmente durante las noches. La primavera y el verano, a lo largo de los cuales tiene lugar el ciclo vital de la viña, se ven sometidos a los vientos dominantes conocidos como de Poniente y de Levante. El primero es fresco y húmedo (llega a alcanzarse el 95% de humedad) mientras que el segundo es caluroso y seco (con niveles de humedad en torno al 30%). La temperatura media anual es de 17,3°C, con inviernos muy suaves en los que rara vez hiela y veranos muy calurosos, con temperaturas frecuentemente por encima de los 40°. La zona disfruta de un promedio anual de horas de sol efectivo muy alto, entre 3.000 y 3.200.

La pluviosidad es relativamente alta, con una media de unos 600 litros por metro cuadrado de lluvia al año, que se registran especialmente en otoño e invierno. Salvo en años señalados, esta cantidad de agua es suficiente para el buen desarrollo de las cepas, ya que se ve complementada además por los importantes rocíos* nocturnos que aporta el vecino Océano Atlántico.

Hay que señalar que la climatología no es igual en todo el Marco de Jerez, con diferencias más o menos marcadas entre las distintas sub-zonas, términos o pagos que lo componen, especialmente en lo que hace referencia a la continentalidad de los mismos.

Específicamente el clima de la zona del Chiclana de la Frontera es cálido, como consecuencia de su baja latitud, ya que se trata de una de las regiones vinícolas más meridionales de Europa, situándose Chiclana de la Frontera en los 36° de latitud Norte.

La temperatura media anual en Chiclana de la Frontera es de 18,2°C, los inviernos son templados en los que rara vez hiela y los veranos son calurosos. Su posición costera con el Océano Atlántico dulcifica y suaviza los rigores de escasez de lluvias, humedeciendo el ambiente, especialmente durante las noches por los importantes rocíos nocturnos.

La humedad relativa media de la localidad es del 85%, siendo el ambiente muy húmedo, con un promedio anual de horas de sol efectivo muy alto, siendo de unas 3100 horas y unos 60 días de lluvia, gracias a esto facilita todos los procesos de nutrición y síntesis de las uvas.

Las precipitaciones anuales son de 692,4 l/m² de media, concentradas en los meses de octubre a abril, siendo noviembre el mes más lluvioso, con 117,4 l/m² de media y siendo julio el mes

menos lluvioso con $2,4 \text{ l/m}^2$ de media (Figura Climograma de Chiclana de la Frontera (2002-2012)).

La primavera y el verano, a lo largo de los cuales tiene lugar el ciclo vital de la viña, se ven sometidos a los vientos dominantes conocidos como viento de Poniente, siendo fresco y húmedo, llegando a alcanzarse el 100% de humedad relativa, y viento de Levante, siendo caluroso y seco, con niveles de humedad relativa en torno al 30%.

Los inviernos son templados y muy húmedos, llegando a humedades relativas máximas del 100%, y siendo enero el mes más frío, con $1,7^\circ\text{C}$ de temperatura media mínima y con $20,4^\circ\text{C}$ de temperatura media máxima.

Los veranos son calurosos y húmedos, llegando a humedades relativas máximas del 70%, y siendo agosto el mes que posee las temperaturas más altas, con $36,4^\circ\text{C}$ de temperatura media máxima y 17°C de temperatura media mínima y en algunas ocasiones llegando a superar los 37°C .

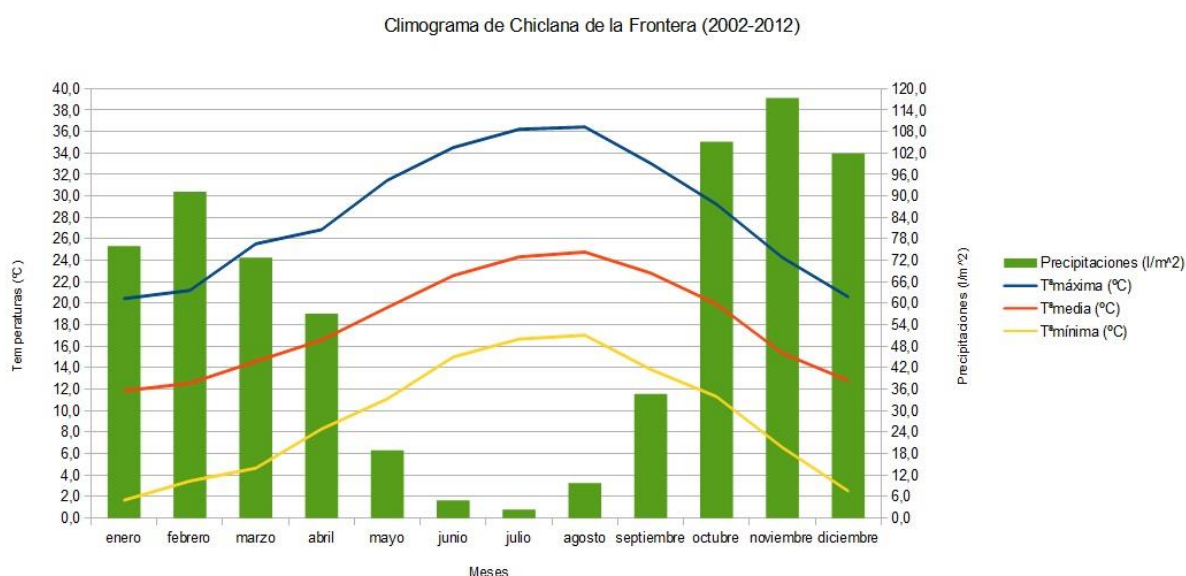


Gráfico 1: Climograma de Chiclana de la Frontera

2.2.2. SUELO

El Marco de Jerez tiene una superficie de 7.005,39 hectáreas de viñedos y presenta una topografía de horizontes abiertos y de colinas de escasa pendiente, cubiertos de una tierra caliza rica en carbonato cálcico, arcilla y sílice denominada como albariza*.

La albariza es una tierra fácil de labrar y pobre en componentes orgánicos y nitrógeno que da lugar al paisaje blanco típico de las viñas de la zona. Su principal característica, desde el punto de vista vitícola, es su alto poder de retener la humedad, almacenando la lluvia caída en invierno para nutrir la cepa en los meses secos. La albariza más fina, con mayor proporción de caliza y elementos silíceos, proporciona los caldos más selectos y solicitados del Marco de Jerez.

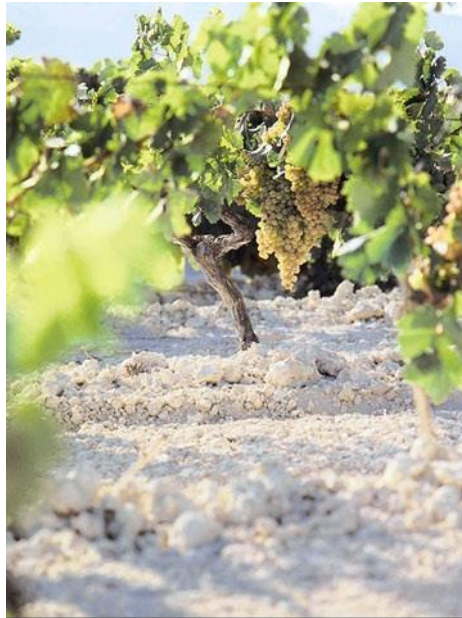


Ilustración 2: Tierra Albariza

Existen en el Marco de Jerez otras variedades de tierras también destinadas a la producción de Vinos de Jerez, llamadas "barros" y "arenas", aunque en porcentajes menores.



Ilustración 3: Tipos de las tierras: arenas, albarizas y barros

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE LOS VINOS DE JEREZ

En este apartado se va a efectuar una descripción general de la elaboración de los vinos de Jerez, haciendo hincapié aquellos aspectos que pueden tener influencia sobre la estabilidad tartárica de los vinos.

Los vinos base de Jerez se pueden clasificar por su elaboración en vinos secos y vinos dulces

La elaboración de los vinos secos de Jerez implica inicialmente una vinificación* en blanco básica, con la peculiaridad de que se realiza una adición de alcohol vínico con el objetivo de aumentar ligeramente su graduación alcohólica final.

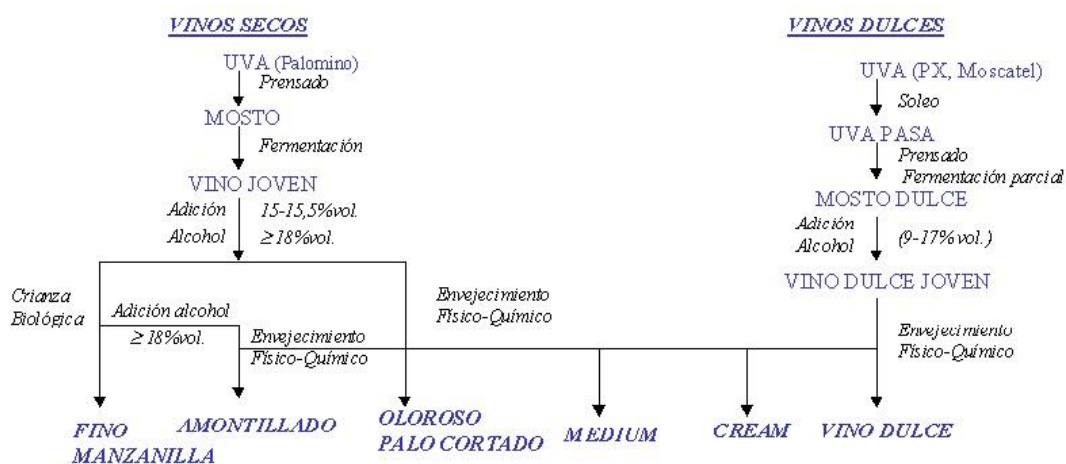
Tras la fermentación, el vino base alcanza de forma natural una graduación que suele oscilar entre 11% y 12,5% en vol.. Aquellos vinos clasificados para su crianza como finos y manzanillas se le adiciona alcohol hasta alcanzar una graduación alcohólica total de 15% en vol., y aquellos vinos clasificados para su envejecimiento como olorosos, se les adiciona alcohol para alcanzar unos 18% en vol.. Todos ellos poseen un prolongado y peculiar envejecimiento de mínimo 3 años. Este período configura el aroma de los vinos de Jerez de forma muy pronunciada, de forma que estos son unos de los ejemplos más notables de vinos con aromas terciarios o de envejecimiento en el panorama enológico mundial.

Dependiendo de la graduación alcohólica adquirida del vino base, este evoluciona dentro de las botas* por alguno de los dos sistemas de crianza del vino de Jerez, la crianza biológica o la físico-química, que se detallarán más adelante.

La elaboración de los vinos dulces se realiza después de un soleado de la uva que concentra mucho los azúcares. Estos vinos no completan la fermentación alcohólica y se les añade alcohol hasta una graduación alcohólica de entre 9 % y 17% en volumen, alcanzando así el vino un contenido de azúcares de hasta 22° Bé. Otro proceso por el cual se consigue concentrar el contenido de azúcares es dejar la uva más tiempo en la parra, siendo el cual se realiza para el Moscatel Blanco del proyecto.

Los vinos dulces de Jerez después de su preparación se pueden consumir como tales (Pedro Ximénez o Moscatel) o mezclar en diferentes proporciones con vinos secos (olorosos, amontillados, etc.) para obtener los vinos con un grado intermedio de dulzor (médiums, creams, etc.).

ELABORACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE VINOS DE JEREZ



Esquema 1: Elaboración de diferentes tipos de vinos de Jerez

2.3.1. DATOS DE PRODUCCIÓN

En la vendimia del año 2013 se recolectaron 82.069.035 kilogramos de uva de las variedades autorizadas por el Reglamento para la elaboración de los productos amparados, por toda la zona considerada dentro de las Denominaciones de Origen Jerez, Manzanilla y Vinagre de Jerez (el llamado comúnmente “Marco de Jerez”). (Estadísticas oficiales de 2012 del Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen Jerez-Xérès-Sherry, Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda y vinagre de jerez). De los cuales se obtuvieron 76.610 botas de mosto, que son unos 38.305.000 litros de mosto. Supone un incremento en la producción global cercano al 75% con respecto a la cosecha del año 2012, lo que son 35 millones de kilos más que en la campaña anterior. Las buenas condiciones meteorológicas de este año favorecieron el crecimiento de las uvas, siendo la alta pluviosidad y la escasa incidencia de los vientos de levante lo que contribuyó a que las producciones finales superaran con creces las expectativas iniciales.

| Municipio | Nº de lagares | Producción (kilos) | | Diferencia | |
|--------------------------|---------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| | | 2012 | 2013 | Kilos | % |
| Chiclana de la Frontera | 2 | 1.510.180 | 1.959.550 | 449.370 | 29,76% |
| Chipiona | 3 | 2.082.030 | 2.813.300 | 731.270 | 35,12% |
| El Puerto de Santa María | 1 | 375.540 | 353.020 | -22.520 | -6,00% |
| Jerez de la Frontera | 12 | 29.370.630 | 52.820.010 | 23.449.380 | 79,84% |
| Rota | 1 | 128.585 | 90.595 | -37.990 | -29,54% |
| Sanlúcar de Barrameda | 4 | 8.728.320 | 12.776.370 | 4.048.050 | 46,38% |
| Trebujena | 2 | 4.783.650 | 11.256.190 | 6.472.540 | 135,31% |
| TOTAL | 25 | 46.978.935 | 82.069.035 | 35.090.100 | 74,69% |

Tabla 2: Comparativa de la producción total

La comercialización total de vinos amparados por las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda” durante el año 2013 ascendió un total de 38.464.805 litros. De esta cantidad destacar que se exportaron 26.853.050 litros y que se comercializo en España 11.611.755 litros.

| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| España | 12.424.563 | 12.729.185 | 12.218.146 | 11.819.811 | 11.611.755 |
| Reino Unido | 13.934.261 | 12.648.394 | 11.735.055 | 12.054.528 | 11.033.866 |
| Holanda | 8.766.023 | 9.000.212 | 7.722.956 | 7.963.795 | 6.394.235 |
| Alemania | 4.701.835 | 5.327.038 | 4.315.564 | 3.862.972 | 3.583.301 |
| estados Unidos | 1.635.019 | 1.707.284 | 1.414.624 | 1.507.364 | 1.520.175 |
| Bélgica | 1.576.340 | 1.534.819 | 1.075.186 | 955.778 | 928.005 |
| Dinamarca | 228.232 | 304.548 | 255.069 | 204.899 | 220.770 |
| Canadá | 342.488 | 375.741 | 330.285 | 364.177 | 343.970 |
| Suecia | 428.531 | 412.604 | 381.461 | 328.886 | 317.846 |
| Japón | 160.903 | 171.767 | 181.053 | 190.689 | 218.909 |
| Irlanda | 185.327 | 228.263 | 262.611 | 209.298 | 189.084 |
| Otros | 1.649.365 | 2.030.782 | 2.536.583 | 2.149.139 | 2.102.889 |
| EXPORTACION | 33.608.324 | 33.741.452 | 30.210.448 | 29.791.525 | 26.853.050 |
| TOTAL | 46.032.887 | 46.470.637 | 42.428.594 | 41.611.336 | 38.464.805 |

Tabla 3: Exportación y consumo de vino de Jerez en España

El volumen siguió concentrándose en los países de la Unión Europea, con un 93 % de las ventas totales y muy particularmente en los cuatro mercados tradicionales del Sherry; es decir, España, Reino Unido, Holanda y Alemania. Nuestro país vuelve a ser el país principal consumidor de los vinos amparados, ligeramente por encima del Reino Unido.

La tendencia es especialmente negativa en los mercados británico, holandés, y alemán. Entre los mercados extracomunitarios destaca Estados Unidos, con 1,5 millones de litros.

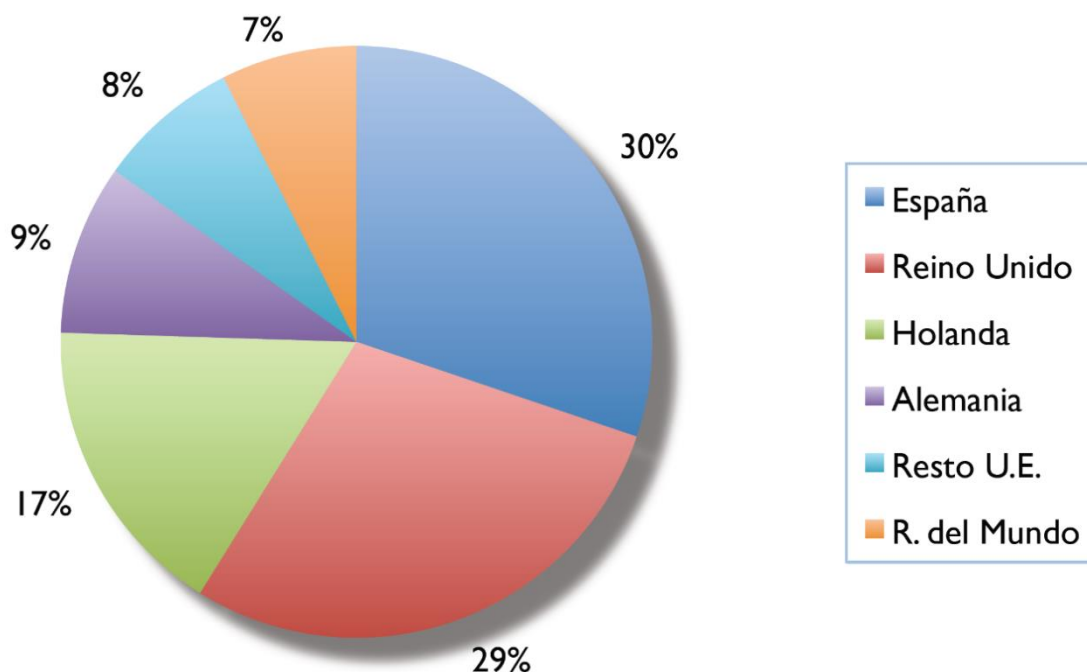


Gráfico 2: Consumo de vino en el mundo

En el siguiente gráfico se aprecia las ventas según el tipo de vino. El vino amparado más popularmente continua siendo el Fino, con un 22,48% de las ventas totales, o lo que es lo mismo, algo menos de 8,65 millones de litros, siendo una importante presencia en prácticamente todos los mercados del Sherry.

Le siguen los vinos generosos de licor como el Medium con una cuota de mercado del 20,92%, con una mayor concentración de sus ventas en los mercados holandés y alemán, y el Cream con una cuota de mercado del 20,43%, gracias a su posición dominante el mercado británico y norteamericano.

La Manzanilla supone un 18,77% de las ventas totales de vinos amparados, si bien el 90,5% de las ventas de este tipo de vino se producen en el mercado nacional.

El pale cream, de venta casi exclusiva en el Reino Unido, supone un 7,10% del total de ventas. En el capítulo de otros se agrupan principalmente vinos dulces naturales como el Dulce y el Moscatel, y también el Dry y el Palo Cortao.

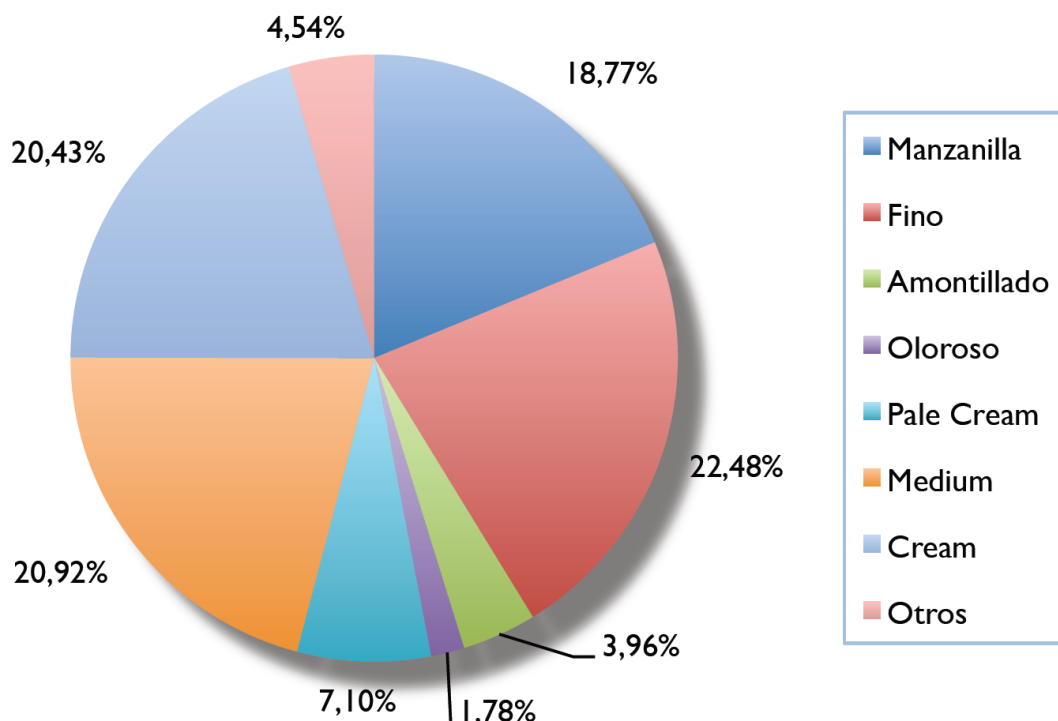


Gráfico 3: Porcentaje de cada tipo de vino vendido en relación al total.

2.3.2. VARIEDADES DE UVA

El Reglamento de las Denominaciones de Origen autoriza la utilización de tres variedades de vid diferentes procedentes del Área de Producción, todas ellas blancas: Palomino, Pedro Ximénez y Moscatel, siendo la primera de ellas la base principal para la elaboración de casi todos los vinos y vinagres amparados y la variedad predominante en el Marco de Jerez. La variedad Moscatel es muy común en las zonas costeras de Chipiona y Chiclana de la Frontera, mientras que la variedad Pedro Ximénez, hoy minoritaria, aumenta su presencia año tras año.

Palomino

Se trata de la variedad más tradicional desde hace siglos y hoy es la reina indiscutible en el Marco de Jerez. Su identificación con el suelo de albariza, bajo el clima de la zona y cultivada con las técnicas que desarrolla el viticultor, la convierten en elemento de singular importancia para conseguir los singulares vinos de Jerez. Tiene numerosas sinonimias, destacando la de "Listán". Posee ápice abierto y hojas grandes, orbiculares, de color verde oscuro, con el seno peciolar poco abierto, en forma de V. El envés es algodonoso. Los sarmientos son semirastreros. El racimo suele ser largo, cilindrocónico, de compacidad media-alta, con bayas esféricas, de tamaño mediano, de piel fina y color verde amarillento. Son bayas jugosas, frágiles, de zumo poco coloreado, dulces y sabrosas. La sub-variedad "Palomino fino" (la más común en la Zona) brota en las dos últimas semanas de Marzo y madura a principios de Septiembre. Los rendimientos son del orden de 80 hectolitros por hectárea, alcanzando normalmente en torno a los 11 grados Baumé*, con débil acidez. Está muy bien adaptada a la zona, siendo poco vulnerable a los distintos parásitos si se cultiva adecuadamente. La excelente calidad de su uva y su buen comportamiento en el campo la convierten en indiscutible para el bodeguero y el viticultor.



Ilustración 4: Uva Palomino

Pedro Ximénez

Se trata de otra variedad muy tradicional en el Marco de Jerez, al igual que en otros lugares de Andalucía. Sus principales sinonimias son Alamis y Pedro Ximén. Por su mayor contenido en azúcar (12,8° Baumé como media) y por sus mayores niveles de acidez proporciona vinos dulces de gran calidad. Generalmente se somete al "soleo*" de manera previa a su vinificación, a fin de concentrar intensamente el contenido en azúcar de la uva. Su fino hollejo favorece este proceso. Se planta generalmente en los suelos de arena y/o barro.



Ilustración 5: Uva Pedro Ximénez

Moscatel

Variedad utilizada en el Marco de Jerez para la producción de los vinos de ese mismo nombre. El Moscatel cultivado generalmente en el Marco es el denominado "de Chipiona". Otras sinonimias son Moscatel de Alejandría, Moscatel gordo, Moscatel de España, etc. Se trata de una variedad originaria de África, aunque extendida en muchas zonas vitícolas de todo el mundo y citada ya en la antigüedad por Columela, en los primeros años de la era Cristiana. En la zona del Jerez da lugar a los vinos dulces especiales que llevan su nombre, generalmente procedente de uvas soleadas y de una gran calidad. Se desarrolla mejor en viñedos situados cerca del mar, plantándose en suelos de arena y/o barro.



Ilustración 6: Uva Moscatel

2.3.3. EL CULTIVO

Junto a los factores naturales y las variedades utilizadas, la forma de cultivar la viña tiene un efecto decisivo tanto sobre el rendimiento de la cepa como sobre las características de la uva. La viticultura del jerez se ha distinguido históricamente por su orientación a la calidad de un vino muy particular, desarrollando prácticas peculiares que se han adaptado en cada momento a la tecnología disponible.

Una vez seleccionada la zona en la que se va a plantar un viñedo, se prepara la plantación en verano, realizándose una labor denominada "agostado*" que consiste en remover la tierra hasta una profundidad de unos 60 cm de modo que se oxigene el terreno y se aprovecha para llevar a cabo un abonado de fondo.

El sistema de plantación que se sigue en el marco de Jerez es un marco rectangular con unas dimensiones de 1,15 x 2,30 metros, por lo que la densidad suele oscilar entre las 3.600 y las 4.200 cepas por hectárea.

La plantación se realiza en Diciembre, en forma de "barbado" (con raíces) para así aprovechar el período de lluvias y favorecer el adecuado desarrollo de las raíces. El patrón debe ser resistente tanto a la filoxera como a la caliza. Entre Agosto y Septiembre se procede a injertar sobre él la variedad vinífera en la modalidad de "yema*", del tipo denominado "escudete", que consiste en incrustar dicha yema en el costado del portainjerto*.



Ilustración 7: Labor de injerto de la yema de Palomino en el costado del portainjerto.

A la primavera siguiente comenzará a brotar la yema injertada, dando lugar a la futura parte aérea de la cepa. Durante los tres años siguientes se realizará una poda tendente a conducir el crecimiento de la planta hasta alcanzar una altura adecuada en torno a los 60 cm para facilitar las distintas labores que sobre ella van a realizarse, una vez entre en producción. La producción de uva que da la planta durante esos primeros años suele ser de menor calidad y en su gran mayoría se utiliza para obtener alcohol.

Una vez la planta es adulta (a partir del cuarto año) anualmente debe realizarse la poda de producción, al objeto de ordenar el rendimiento de la planta, cuya longevidad aproximada en esta zona es de 30 años. Una planta madura produce aproximadamente 3 kilogramos de uva.

En Jerez, prevalece la poda denominada de "vara y pulgar*" o jerezana, tradicional y específica de esta Denominación, consistente en formar, a partir del tronco de la cepa, dos brazos o "brocadas". Sobre estos, se dejan alternativamente cada año una vara de al menos 8 yemas y un pulgar de 1 ó 2 yemas. En la vara se obtiene la cosecha de la campaña, mientras que el pulgar da un brote que será la vara del año siguiente



Ilustración 8: Esquema de poda tradicional jerezana de 'vara y pulgar'.

Las hileras de cepas, alineadas a lo largo de los liños* son conducidas en espalderas con dos o más alambres, sobre los que se amarra la vara de fruto y se apoya la vegetación. Esta debe quedar bien expuesta al sol.



Ilustración 9: Amarrado de la viña a las espalderas.

En el esquema adjunto pueden observarse las diversas actividades vitícolas tradicionales del Marco de Jerez, relacionadas con los distintos momentos de la vid a lo largo del ciclo anual de la planta.

El ciclo anual



Esquema 2: Esquema del ciclo anual

2.3.4. LA VENDIMIA

La elección del momento más adecuado y el correcto desarrollo del proceso son elementos que, año tras año, van a condicionar la calidad de los nuevos vinos que se incorporen a los sistemas de crianza de Jerez.

Hacia principios del mes de septiembre el escobajo verde de la vid se vuelve oscuro y la uva "se rinde"; esto es, se vuelve blanda y dulce. No hay una fecha exacta para iniciar la vendimia, porque ésta depende fundamentalmente del grado de maduración de la uva, que debe ser como mínimo de 10.5° Baumé (o alcohol potencial), siendo sus niveles medios de Baumé entre 11 y 12,5°. Tradicionalmente, la vendimia suele realizarse en las primeras semanas de septiembre.



Ilustración 10: Vendimiadores recogiendo la uva.

Cada vez es mayor la superficie del viñedo que está adaptado para una eventual vendimia mecánica. No obstante, todavía la "corta" del racimo sigue realizándose mayoritariamente a mano.



Ilustración 11: Vendimia mecánica en el Marco.

En todo caso, cualquiera que sea el sistema de corta elegido, es necesario siempre que las uvas lleguen al lagar* rápidamente y en las mejores condiciones posibles. Para ello se utilizan frecuentemente cajas de plástico de unos 18 kilogramos, que se apilan unas sobre otras de forma que la uva no sufra en su transporte desde la viña hasta el lagar.



Ilustración 12: Recogida de uva en cajas para su transporte al lagar.

Es éste un aspecto fundamental, pues las altas temperaturas que se registran en el Marco de Jerez durante la época de vendimia pueden provocar oxidaciones del mosto e incluso fermentaciones incontroladas durante el proceso de transporte. La vendimia es por tanto una ingente operación logística, en la que la adecuada organización de las tareas tiene consecuencias tanto técnicas como económicas.

2.3.5. LA VINIFICACIÓN

La vinificación del jerez, el conjunto de operaciones y procesos que aseguran la transmutación de la uva en vino joven supone un hecho de gran trascendencia social, tanto en el ámbito económico como en el cultural, puesto que supone el traspaso de responsabilidades desde los viticultores, que han mimado con esmero su cosecha, a los bodegueros, cuya misión es conseguir un buen vino a partir de ella.

El Prensado

Una vez que la uva llega al lagar, y antes de su descarga, se procede al control de pesaje del Consejo Regulador, al objeto de verificar que no se excedan los límites de producción por parcela fijados para cada año.

La uva es habitualmente descargada en una tolva de recepción en cuya base existe un sistema de tornillos sin fin que transporta la uva hasta la primera unidad operativa, habitualmente una molturadora o una despalilladora-molturadora. El objetivo de la molturación es el de facilitar la operación de extracción del mosto por el efecto de la presión. Mediante la molturación se rompe el hollejo o piel de la uva, liberándose una fracción más o menos importante de mosto procedente fundamentalmente de la pulpa del fruto.

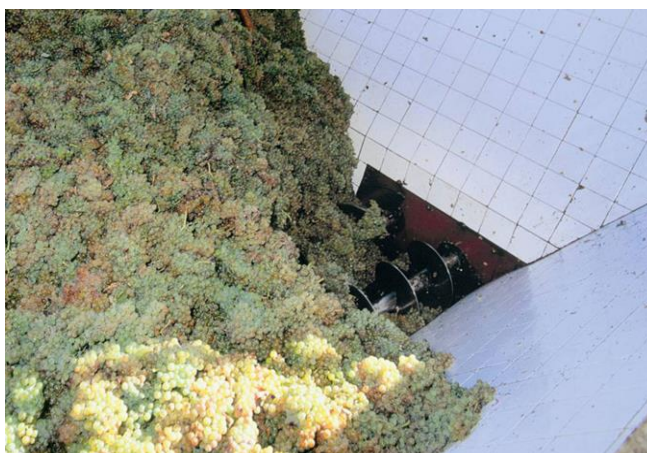


Ilustración 13: Tolva de recepción de la uva en el lagar.

El despalillado o separación del raspón de la uva es una operación opcional que se puede realizar de forma total o parcial antes de la molturación. Aunque el raspón al romperse puede aportar ciertos compuestos herbáceos y taninos* no muy deseables para la calidad del vino, la presencia de cierta cantidad de los palillos de los racimos, sin roturas, puede tener interés desde el punto de vista técnico, ya que facilita el drenaje del mosto durante el prensado o el escurrido, lo que redunda en una mejora del rendimiento de la extracción.

Una vez realizada la operación de molturación y en su caso de despallado, la pasta resultante se conduce junto con el mosto liberado hasta el sistema de extracción, donde por la acción de la presión se produce la obtención de mosto. La presión aplicada tiene una incidencia muy importante, de manera que durante el proceso de extracción se van a obtener diferentes fracciones de mosto, según el nivel de presión aplicada: el llamado mosto de "primera yema" (aproximadamente el 65% del volumen total), obtenido con presiones inferiores a 2 Kg/cm²; el mosto de "segunda yema" (aproximadamente el 23 %), obtenido con presiones inferiores a 4 Kg/cm² y, por último, la fracción denominada "mosto prensa", con presiones superiores a 6 Kg/cm².



Ilustración 14: Molturación de la uva a fin de separar diferentes calidades de mosto.

Mientras que las peculiares características analíticas del mosto de primera yema lo hacen adecuado para obtener vinos dirigidos generalmente a una crianza biológica, los mostos de segunda yema, con más estructura procedente de las partes sólidas, producen vinos cuya vocación es el envejecimiento oxidativo o fisico-químico.

En todo caso, de acuerdo con el Reglamento de la Denominación de Origen, sólo los mostos obtenidos con un rendimiento máximo de 70 litros por cada 100 kgs. de uva pueden dedicarse a la elaboración de los Vinos de Jerez. El resto de los mostos obtenido con presiones superiores podrá utilizarse para la elaboración de otros vinos no calificados, para la elaboración de vinos para destilación o para la obtención de otros subproductos.

Preparación de los mostos

Los mostos recién extraídos son preparados o acondicionados antes de la fermentación, con el objeto de prevenir oxidaciones y contaminaciones bacterianas, así como para mejorar la finura aromática de los vinos a los que darán lugar. Una vez filtrados, los mostos son sometidos a una corrección de pH, mediante la adición de ácido tartárico.

Una vez corregido el pH, el mosto es tratado con anhídrido sulfuroso en dosis que pueden variar según el estado sanitario de la vendimia entre 60 y 100 mg/L, con el objeto de prevenir su oxidación y las posibles contaminaciones bacterianas. La dosificación suele hacerse en forma de gas, mediante su inyección directa en las tuberías de circulación. Generalmente se procede a continuación al "desfangado*" del mosto o limpieza de los mismos mediante decantación. El mosto una vez desfangado, sin sus turbios, es trasegado finalmente a los depósitos de fermentación.

La fermentación alcohólica

De forma simplificada, la fermentación alcohólica es un proceso natural de carácter bioquímico, mediante el cual los azúcares contenidos en el mosto de la uva - fundamentalmente glucosa y fructosa- se transforman en alcohol. Dicha transformación es posible gracias a la actuación de un agente fermentativo: las levaduras. Junto al alcohol, la transformación de los azúcares dan lugar a cantidades importantes de anhídrido carbónico, a la vez que se genera calor, lo que eleva la temperatura del mosto en fermentación.



El "arranque" de la fermentación suele realizarse mediante los llamados "pies de cuba". Una vez los mostos se encuentran limpios, tras el desfangado, y en los depósitos de fermentación, se les adiciona una proporción variable de entre el 2 y el 10% del volumen total de un mosto en plena fermentación: ello reduce el tiempo de inicio de la fermentación y a la vez permite introducir como agente fermentativo una cepa de levadura seleccionada previamente. Aunque a veces el pie de cuba se realiza con levaduras espontáneas, cada vez más las bodegas de la Denominación han ido optando por seleccionar de entre sus especies de levaduras autóctonas aquellas cepas que producen vinos con las mejores características enológicas y sensoriales.

La fermentación tiene una duración variable, según la composición del mosto y la temperatura a la que se realiza. En general, en el Marco de Jerez esta etapa suele llevarse a cabo en depósitos de gran capacidad (50.000 litros) fabricados en acero inoxidable, en los que es posible controlar la temperatura del mosto en fermentación dentro de unos parámetros ideales: en el entorno de los 23 a los 25 °C. No obstante, algunas bodegas mantienen todavía el antiguo sistema de fermentación en barricas o botas de roble, con el fin de obtener una vinificación del mosto con características específicas.



Ilustración 15: Tanques de fermentación de acero inoxidable con control de temperatura.

Después de aproximadamente una semana, la cantidad de azúcares que quedan sin transformar en el mosto es pequeña, iniciándose la fermentación lenta; a lo largo de las siguientes semanas, los últimos gramos de azúcar terminarán de transformarse en alcohol, no siendo necesaria en esta fase la refrigeración del mosto.

Con el avance del otoño, las temperaturas se van haciendo más suaves, lo que favorece la lenta decantación de las levaduras muertas y otras materias sólidas en suspensión, conocidas como "lías*". A medida que las temperaturas bajan y las lías caen al fondo de los depósitos, el

mosto ya fermentado va gradualmente perdiendo su turbidez inicial, convirtiéndose en un líquido cada vez más limpio y transparente.

El vino base

Hacia finales del otoño, el nuevo vino -el denominado "vino base"- está listo para el "deslío", faena consistente en separar el vino en claro de las lías formadas en el fondo del depósito. Se obtiene así un vino blanco totalmente seco, ligeramente afrutado y poco ácido, pálido y delicado, que va a constituir la base para la posterior elaboración del vino de Jerez.

Se trata de un vino joven, al que se le sigue llamando localmente "mosto", a pesar de que su graduación alcohólica puede oscilar entre los 11 y 12,5°, dependiendo de las condiciones de la cosecha.

Ya en la fase de deslío, podemos observar una característica muy especial de este vino base: durante el proceso de decantación ha comenzado ya a desarrollarse en su superficie una especie de velo; una suerte de nata, que irá creciendo paulatinamente hasta terminar cubriendo totalmente la superficie del vino en caso de que se establezcan las condiciones óptimas para que se desarrolle: se trata de la "flor".

La flor del vino

La "Flor del Vino" constituye sin duda el elemento natural más extraordinario de cuantos conforman la enorme singularidad de los vinos de Jerez. Si las levaduras fermentativas van desapareciendo a medida que la transformación de los azúcares en alcohol va tocando a su fin, en el Marco de Jerez existen otra serie de levaduras autóctonas que van a proseguir su actividad, incluso una vez que se han agotado los azúcares presentes en el mosto. A lo largo de los siglos, y como consecuencia sin duda de un proceso de selección natural, han ido apareciendo determinadas variedades de levaduras que han aprendido a servirse del alcohol formado durante la fermentación para seguir viviendo.

A medida que los niveles de alcohol en el nuevo vino van tocando techo, estas singulares levaduras se van instalando en la superficie libre del vino donde, con la ayuda del oxígeno del aire, sobreviven a base de metabolizar parte del alcohol y otros compuestos contenidos en el vino.

Como todos los seres vivos, las levaduras responsables de la formación del velo de flor precisan de una serie de condiciones para su desarrollo, como son los niveles de temperatura y humedad, y una cierta aireación, ya que el oxígeno es un elemento vital para su existencia. Por tanto, ni los depósitos en los que aparece ni las botas en las que se desarrollará posteriormente pueden cerrarse herméticamente.

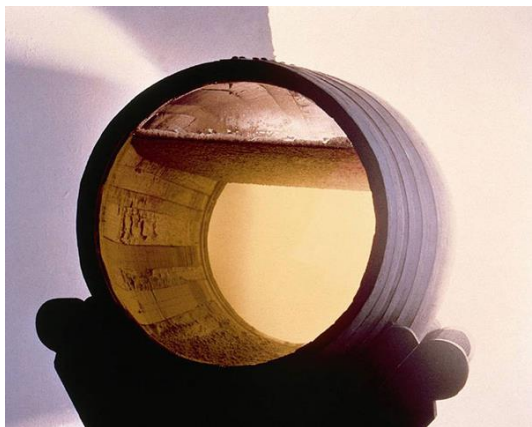


Ilustración 16: El velo de flor, tal como puede apreciarse en su máximo desarrollo, dentro de la bota en la fase de crianza biológica.

Por último, es importante destacar que la existencia de la flor en el vino sólo es posible dentro de un determinado rango de contenido alcohólico, lo que va a tener consecuencias muy interesantes a la hora de que el bodeguero tome sus decisiones sobre el tipo de vino de Jerez que desea elaborar.

La vinificación de los vinos dulces

La vinificación de las variedades destinadas a la elaboración de vinos dulces presenta importantes singularidades con relación a lo visto hasta ahora para los vinos secos de Jerez.

El vino Pedro Ximénez se elabora exclusivamente a partir de uva sobremadura del mismo nombre, que se recoge cuando ésta alcanza en el viñedo una alta concentración de azúcar, a partir de 16° Baume (en torno a los 300 g de azúcar por litro de mosto). Una vez recogida la uva, se deposita en las paseras o lugares específicamente preparados para la práctica del "soleo", para ser pasificada. Durante este proceso, se produce una pérdida considerable de agua y la consiguiente concentración del contenido en azúcar (450-500 g/L de mosto). Paralelamente, se van produciendo cambios en la naturaleza de la uva pasificada: incremento de color, densidad, viscosidad, untuosidad y aparición de notas aromáticas y gustativas propias de la uva y del futuro vino de Pedro Ximénez.



Ilustración 17: Tradicional soleo de uva Pedro Ximénez en esparterías.

El soleo se realiza exponiendo al sol los racimos cortados sobre esteras de diferentes formas y materiales, siendo tradicional el empleo de los "redores" o esterillas de esparto de forma circular. Los racimos de uva extendidos son tratados manualmente de forma cuidadosa. Diariamente, a los racimos se les da la vuelta con el fin de que el sol incida sobre todos los granos de uvas de forma homogénea. Al cabo de varios días, entre 7 y 15, según las condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa), se procede a su recogida y transporte al lagar, para la extracción del mosto.



Ilustración 18: Esteras de esparto utilizadas en el soleo de la uva.

Dadas las condiciones de pasificación de la uva, el prensado resulta una operación de mayor dificultad que cuando se realiza con la uva recién cortada. Las prensas utilizadas suelen ser de tipo vertical y, con el objeto de facilitar el drenaje o salida del mosto -muy denso y viscoso por su alto contenido en azúcar y otras materias- se suelen apilar en las prensas en capas separadas por los propios redores. El entramado formado por la esterilla de esparto facilita el drenaje o salida del mosto de las prensas.

La alta concentración en azúcar del mosto condiciona la fermentación espontánea, la cual se inicia de forma muy lenta. Además, con el fin de detener la actividad fermentativa de los mostos, se les añade alcohol de vino hasta niveles próximos a 10 grados alcohólicos. El vino así estabilizado se va clarificando durante los meses de otoño e invierno, tras lo cual se deslía y fortifica complementariamente hasta los 15-17° de alcohol, de forma previa a su envejecimiento.

En cuanto a la elaboración de los vinos de Moscatel, se parte exclusivamente de uva "Moscatel de Alejandría", vendimiada con un alto grado de maduración. También en este caso puede la uva someterse a soleo, para la obtención del vino conocido "moscatel pasa". El procedimiento de elaboración del moscatel pasa es muy similar al empleado para la elaboración de los Pedro Ximénez, aunque, y debido fundamentalmente a que el grano de la variedad Moscatel de Alejandría es de mayor tamaño que la uva Pedro Ximénez, el efecto del soleo se desarrolla con menor intensidad de pasificación.

Otro tipo de elaboración del vino dulce es que la uva pase más tiempo en la parra, consiguiendo así concentrar más los azúcares y así evitar el soleo. Con este método no se llega a un grado de azúcar tan elevado pero sí lo suficiente para que se produzca la crianza oxidativa. Siendo este el método empleado para el Moscatel Blanco del proyecto.

2.3.6. CLASIFICACIÓN, ENCABEZADO, LAS SOBRETABLAS Y LA SEGUNDA CLASIFICACIÓN

Clasificación

Hacia finales del mes de diciembre, los vinos nuevos han sido ya sometidos al "deslío", es decir, han sido separados de los sedimentos sólidos formados tras la fermentación y están listos para su primera clasificación.

Los catadores tomarán muestras de cada uno de los lotes de vino nuevo y los clasificarán en dos grandes grupos:

- Aquellos vinos que presenten una especial palidez y finura, normalmente procedentes de las fracciones de mosto obtenidas sin presión o con presiones muy ligeras, se destinarán a su posterior crianza como finos o manzanillas, marcándose los depósitos con una raya vertical inclinada (un "palo").
- Aquellos otros lotes de vino que presenten una mayor estructura se destinarán desde un primer momento a la obtención de vinos olorosos, marcándose los depósitos correspondientes con un círculo.

Encabezado

Como es sabido, una de las características del vino de Jerez es el ser un vino fortificado o, en terminología bodeguera jerezana, "encabezado". Es decir, se trata de vinos a los que se les ha adicionado una cierta cantidad de alcohol de vino, al objeto de aumentar ligeramente su graduación alcohólica final.

Los vinos base, una vez clasificados, se alcoholizan de forma gradual, mediante el procedimiento de ir añadiendo "mitad y mitad" (vino y alcohol), hasta alcanzar la graduación alcohólica deseada. Recordemos que, tras la fermentación, el vino base alcanza de forma natural una graduación que suele oscilar entre los 11° y los 12,5°.

Aquellos vinos clasificados para su crianza como finos y manzanillas se encabezan hasta que alcancen una graduación alcohólica total de 15,5°. Al situar el vino a 15°, lo que estamos haciendo es propiciar un nivel alcohólico que sea admisible por las levaduras que forman la flor, pero no tolerable para otros micro-organismos que pudieran desarrollarse en el vino. La flor, que ya empezó a desarrollarse de manera natural tras el deslío, terminará por cubrir toda la superficie del vino ya dentro de la bota, evitando su oxidación y propiciando toda una serie de cambios en su composición; es lo que conocemos como CRIANZA BIOLÓGICA.

Aquellos vinos clasificados para su envejecimiento como son los olorosos, se encabezan de manera que alcancen como mínimo los 17° de contenido alcohólico. Por encima de 17°, en cambio, la actividad biológica se hace imposible. En contacto directo con el aire, el vino comenzará a sufrir un lento pero inexorable proceso de oxidación, fácilmente apreciable por un gradual oscurecimiento en el color del vino; se trata de la CRIANZA OXIDATIVA, también llamada físico-química.



Ilustración 19: Los mostos se clasifican con marcas específicas. La raya se aplica a los que son más idóneos para la crianza biológica.

Las Sobretablas y la segunda clasificación

Los olorosos de la primera clasificación tras ser encabezados a su graduación alcohólica definitiva pueden pasar ya a formar parte de los sistemas de envejecimiento. No ocurre necesariamente así con los vinos clasificados para crianza bajo velo de flor. Este período intermedio entre la primera clasificación y la definitiva entrada en los sistemas de crianza recibe el nombre de "sobretablas*".

El período de sobretablas es de una enorme importancia, pues a lo largo de sus primeros meses de vida el vino nos va a ir mostrando ya su auténtica vocación, de cara a la definitiva fase de la crianza.

Tras un período que puede oscilar entre los seis meses y el año, los catadores volverán a analizar cada una de las botas, para llevar a cabo la segunda clasificación.



Habitualmente, aquellas botas en las que la flor sigue presente con gran vitalidad tras estos primeros meses, protegiendo al vino de la oxidación y transformando sutilmente sus características iniciales, se marcan con las clásicas "palmas", para indicar el grado de finura que va adquiriendo el vino. Son claramente vinos destinados a su crianza bajo velo de flor, en los que se habrá mantenido e incluso aumentado la palidez inicial y que comienzan ya a mostrar las características notas punzantes de la flor.



Ocasionalmente, algunas de estas botas en las que la flor sigue presente, se marcan con el clásico "palo cortado", mediante el que el capataz indica que son vinos que, a pesar de su gran finura y aparente vocación para la crianza biológica, van a reconducirse mediante crianza oxidativa. Se trata de vinos muy especiales, clasificados como tales en base a criterios muy específicos de cada bodega y que, tras una fase de sobretablas bajo velo de flor, se van a encabezar por encima de los 17º para iniciar el que será su envejecimiento definitivo, de carácter oxidativo.



En algunos casos, a pesar de haberse calificado el vino en primera instancia para su evolución mediante crianza biológica, tras el período de sobretablas se advierte que el estado de la flor en la superficie del vino no es tan vigoroso como sería deseable. En algunos casos presenta huecos importantes o incluso ha desaparecido casi en su totalidad. Ante el agotamiento del velo, no queda entonces más remedio que rendirse a la auténtica vocación del vino y encabezarlo por encima de los 17°, de modo que la crianza oxidativa de lugar finalmente a vinos olorosos.



Por último, es éste también el momento de identificar vinos que, por diversas razones, no presentan las características requeridas para los distintos tipos de vino de Jerez. Bien por una elevada acidez volátil (en cuyo caso servirán para refrescar las criaderas* de Vinagre de Jerez) o por cualquier otra causa que haga que los catadores los clasifiquen como "no aptos".

Tras la exhaustiva criba que supone esta segunda clasificación, los vinos están ya definitivamente listos para alimentar las criaderas de los distintos sistemas de crianza.

2.3.7. CRIANZA

En sus orígenes más remotos, los vinos buenos eran aquellos que podían conservarse, cualidad sin duda transcrita de lo valioso que resultaba para el hombre esta propiedad en los alimentos. Esto hizo de la crianza, envejecimiento y conservación unos atributos reservados durante muchos siglos a los vinos de calidad. En el Jerez persiste hoy este principio, de tal manera que la calidad viene reconocida, además de las características intrínsecas del vino, por su mayor tiempo y por la intensidad de su crianza y envejecimiento.

2.3.7.1. TIPOS DE ENVEJECIMIENTO

La crianza es sin duda la fase definitiva en la elaboración de los vinos de Jerez; la más prolongada desde el punto de vista temporal y en la que se perfilan las características organolépticas que van a dar lugar a la amplia tipología de vinos de Jerez.

En la zona del Jerez, como se ha comentado anteriormente, se desarrollan dos tipos de crianza: la crianza entendida como guarda y evolución del vino en botas de madera, sometido a la lenta evolución físico-química según las condiciones de su entorno, a la que generalmente nos referimos como "envejecimiento" o "crianza oxidativa o físico-química"; y la denominada "crianza biológica" bajo velo de flor, en la que el vino evoluciona de forma más dinámica, impulsado por la actividad de un velo biológico formado en la superficie de éste por levaduras específicas y propias de la zona.

En el caso de la crianza biológica, la influencia de la flor resulta determinante; no sólo protege al vino de la oxidación al evitar el contacto directo del líquido con el aire contenido dentro de las botas, sino que la interacción de las levaduras con el líquido propicia cambios significativos en el mismo. De hecho, este velo no es inerte. Los seres vivos que forman la flor, las levaduras, consumen de forma permanente determinados componentes del vino; especialmente alcohol, pero también restos de azúcares no transformados, glicerina, el eventual oxígeno disuelto en el vino, etc. E igualmente dan lugar a otra serie de componentes,

entre los que destacan el acetaldehído elemento responsable de la sensación punzante a la nariz que va adquiriendo el vino así criado de forma paulatina. En definitiva van a propiciar, por la acción de su metabolismo, cambios significativos en los componentes del vino, y por tanto en sus características organolépticas definitivas.

La crianza oxidativa, por su parte, propicia la aparición en el vino de características radicalmente distintas; a una mayor graduación alcohólica y en contacto directo con el oxígeno del aire, el vino va paulatinamente oscureciéndose y se ve afectado de forma más evidentemente por los fenómenos de concentración que se producen como consecuencia de la transpiración de determinados elementos del vino a través de las paredes de la bota.

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Denominación de Origen, la crianza de los vinos debe de prolongarse por un período mínimo de tres años, al objeto de que los vinos alcancen las características típicas de cada uno de los tipos.

Aunque en el caso de la crianza oxidativa es posible llevar a cabo una crianza estática, sin llevar a cabo mezclas de vinos con distintos niveles de vejez, lo tradicional en la zona (y el único método viable para llevar a cabo con éxito la crianza biológica) es el sistema de crianza dinámico conocido como de "criaderas y solera *".

2.3.7.2. LA BOTA

La naturaleza y capacidad de la vasija utilizada en la elaboración del Jerez ha evolucionado a lo largo de su dilatada historia.

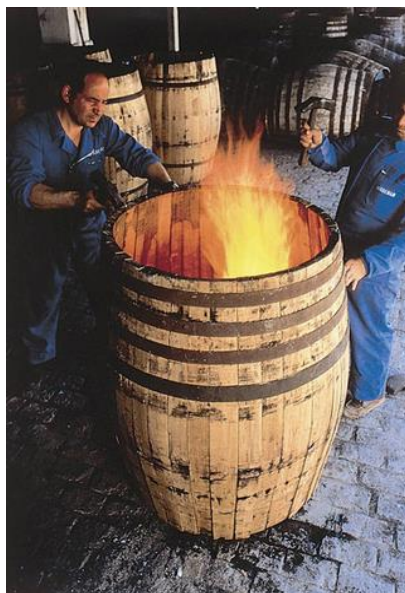


Ilustración 20: La vasija más utilizada del Marco es la bota de roble americano de 600 litros de capacidad.

Actualmente, si bien persisten en muchas bodegas diferentes vasijas, la preferente y más generalizada está constituida por la bota de madera de roble americano de 600 litros (equivalentes a 36 arrobas) de capacidad, también llamada "bota bodeguera". Este tipo de roble es preferido a cualquier otro por sus particulares aportaciones al Jerez, además de hacerse su empleo tradicional desde los mismos inicios de las transacciones comerciales con las Américas, desde donde se traían las maderas y a donde se enviaban nuestros vinos.



Ilustración 21: El genuino sistema de criaderas y soleras es una de las señas de identidad del Jerez.

Las botas no suelen llenarse en su totalidad: en el caso de las botas utilizadas para la crianza de vinos bajo velo de flor, se llenan hasta las 30 arrobas (500 litros), dejando una altura de "dos puños" de aire en su interior. Ello permite crear una superficie sobre la que se desarrolle la flor y proporciona la adecuada relación superficie/volumen como para que la influencia de ésta en el vino sea la ideal.

La bota de madera constituye un recipiente que no es completamente estanco ni inerte, pues la madera es permeable al oxígeno y además adsorbe el agua del vino que va transpirando al ambiente de la bodega. Esta transpiración provoca una pérdida del volumen del vino en la bota, tanto más intensa cuanto menor es el nivel de humedad de la bodega. La pérdida por este efecto es denominada "merma" y supone del orden del 3 al 4% anual del volumen total de vino almacenado. Esta pérdida produce una continua concentración de los demás componentes, notándose este efecto al cabo de largos años de crianza. Esta concentración no va a ser la única modificación que se produzca en el vino, sino que éste se verá enriquecido por sutiles y específicos aportes de la madera de la bota, largamente envinada antes de constituirse como vasija de crianza.

2.3.7.3. EL SISTEMA DE CRIADERAS Y SOLERA

El sistema tradicional y genuino de envejecimiento de los vinos de Jerez recibe el nombre de "Sistema de Criaderas y Solera". Se trata de un sistema dinámico, mediante el que vinos con distintos nivel de envejecimiento, ya estén sometidos a crianza biológica o a crianza oxidativa, son metódicamente mezclados, con el fin de perpetuar unas determinadas características en el vino finalmente comercializado, que son el resultado de todas las vendimias.

El adecuado desarrollo de este método de envejecimiento requiere la ordenación precisa de los vinos en la bodega, en función de sus distintos niveles de vejez. Así, cada sistema está compuesto por varias criaderas o escalas formadas por un número determinado de botas. La escala que contiene el vino con más crianza se sitúa sobre el suelo, razón por la que se denomina "solera". Sobre ésta se colocan las distintas escalas que la siguen en menor vejez (criaderas) y que se enumeran según su orden de antigüedad respecto a aquella (1ª criadera, 2ª criadera, etc.).

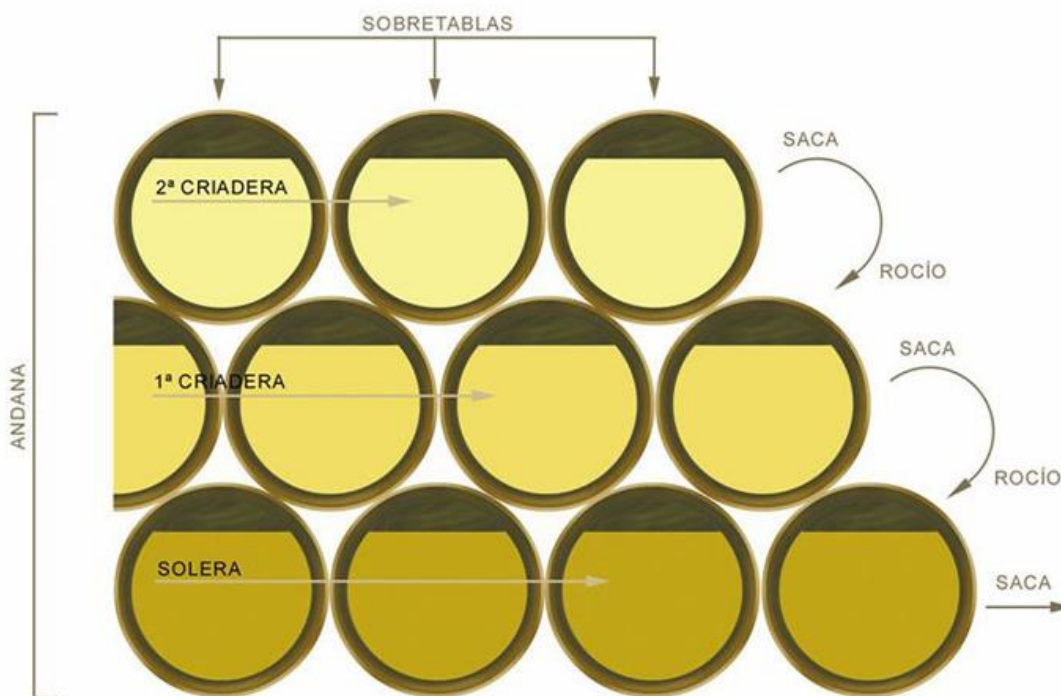


Ilustración 22: En virtud del sistema de criaderas y soleras los vinos más viejos se benefician de la frescura de los jóvenes y éstos de las características adquiridas durante años de envejecimiento.

La solera o escala de mayor nivel de crianza suministra el vino destinado al consumo. Periódicamente, se extrae una determinada proporción del vino contenido en cada una de las botas que componen la solera -operación denominada "saca*" - produciendo un vacío parcial en ellas. Este vacío producido en la solera se completa con el vino procedente de la escala que le sigue en crianza, es decir con vino procedente de la saca de la 1ª criadera. El vacío parcial así originado en la 1ª criadera se repone con vino de la saca procedente de la 2ª criadera y así sucesivamente hasta llegar a la escala más joven, que a su vez se completa con el vino procedente del sistema de sobretablas o añadas. La operación de completar el vacío originado en una escala se denomina "rocío". Esta forma de operar en la crianza de los vinos hace de la solera una mezcla compleja por el número de añadas que la componen. La acción de ejecutar las sacas y rocíos en el soleraje o sistema de solera se denomina "correr escalas".

El tiempo medio de crianza en el sistema de solera que se asigna a un vino queda determinado por el cociente que resulta de dividir el volumen total del vino contenido en dicho sistema por el que representa la saca anual de la solera. De acuerdo con las normas del Consejo Regulador, y al objeto de no poner en el mercado vinos con menos de tres años de crianza, éste cociente debe ser superior a tres.

2.3.7.4. LAS BODEGAS DE CRIANZA

Los complejos procesos que posibilitan la crianza y envejecimiento de los vinos de Jerez requieren unas condiciones medioambientales precisas, no siempre disponibles en un clima como el del Marco de Jerez. De carácter meridional cálido, pero con fuerte influencia del Océano Atlántico, el clima de la zona determina importantes oscilaciones de temperaturas, cambios en el nivel de humedad en función de los vientos dominantes, etc., Ello ha obligado a

los bodegueros de Jerez a adecuar las condiciones arquitectónicas de las bodegas, para paliar los factores negativos de la climatología y aprovechar los positivos.

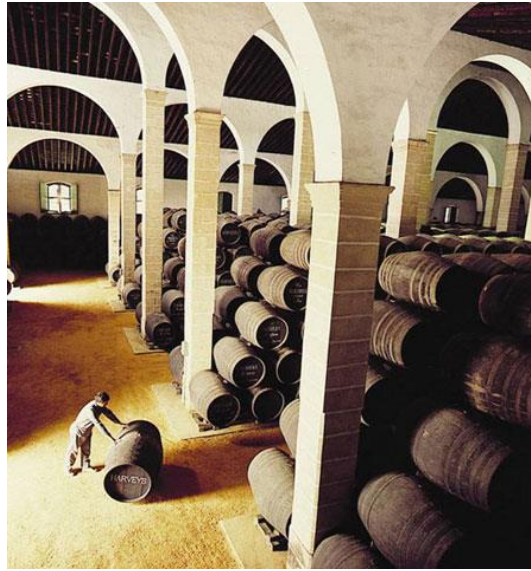


Ilustración 23: Las bodegas de crianza

La planta rectangular de las bodegas suele adaptarse al eje noroeste-sureste, que permite la entrada sin obstáculos de la humedad hacia el interior de la bodega, cerrándose a los vientos negativos del noreste y de Levante, secos y cálidos. Además esta orientación de la bodega permite el mínimo de soleamiento de horas de sol sobre los paramentos.



Ilustración 24: Las bodegas catedrales son sin duda la mayor aportación de Jerez a la arquitectura del vino.

Las bodegas de Jerez son edificios inusualmente altos, pudiendo llegar a alcanzar hasta 15 metros de altura en su arco central. El espacio interior conforma así un gran volumen de aire que tiene por función aportar a la levadura de flor el oxígeno necesario para su desarrollo dentro de la bota. Además, el gran espacio de la bodega actúa como una cámara aislante, regulador de la temperatura y humedad. La gran altura permite la ventilación inducida por diferencia de temperatura cuando no sopla el viento del Atlántico. El calor tiende a ascender y acumularse en la parte superior de la bodega, por ello, mediante la apertura de huecos altos en los muros este y oeste, se crea una corriente dinámica vertical y horizontal que desplaza al exterior el aire cálido acumulado.

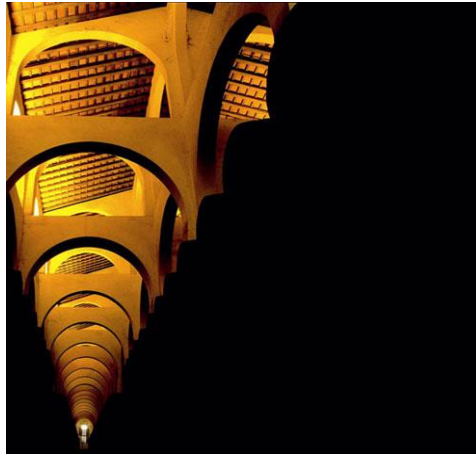


Ilustración 25: Altos techos que permiten circulación de gran volumen de aire para mantener la temperatura y aporte de oxígeno idóneos para la flor.

Las ventanas están generalmente situadas en el tercio superior de los cerramientos verticales y son de pequeño tamaño. Las esteras además del control de las cualidades lumínicas, filtran el aire impidiendo la entrada de polvo o insectos indeseables en la bodega. La uniformidad de la penumbra en la bodega es también un instrumento regulador de la temperatura, e imprescindible para la reposada quietud de las botas.



Ilustración 26: Los elementos arquitectónicos de las bodegas de crianza contribuyen a crear el microclima óptimo para la crianza del vino.

Las paredes laterales de las bodegas tienen un espesor nunca inferior a 60 cm. para soportar la altura de sus paredes externas y a la vez producir un gran aislamiento térmico. Los muros están hechos con materiales de gran higroscopicidad, lo que contribuye igualmente a mantener un grado de humedad muy alto. El pavimento está cubierto con albero, que se riega según la estación del año, para conseguir la regulación de temperatura y humedad.



Ilustración 27: Los viales situados entre las bodegas son elementos ordenadores de los complejos bodegueros.

En definitiva, todo un conjunto de técnicas constructivas que proporciona al vino el hábitat ideal para que la crianza se desarrolle en las condiciones óptimas.

Esta bodega cumple con estas características, cuyos vinos están amparados por las Denominaciones de Origen, y por lo cual dichos vinos se encuentran acogidos a la protección que proporciona el reglamento del Consejo Regulador, de modo que tienen el derecho exclusivo a la utilización de los nombres de las respectivas poblaciones en la comercialización de los vinos, siendo el Consejo Regulador el encargado de velar por tales derechos.

2.3.8. EMBOTELLADO

Obtenida la saca de las botas de la solera, el vino está listo para su embotellado o, en su caso, para el cabeceo con otros vinos, al objeto de dar lugar a determinadas tipologías de vinos de Jerez. En este caso, es frecuente que el "blend" (cabeceo) así obtenido vuelva a pasarse a botas de madera durante algún tiempo para su ensamblaje definitivo.



Ilustración 28: Modernos procesos de embotellado aseguran un consumo en perfectas condiciones de conservación.

En el caso de los vinos que van a ser embotellados directamente, éstos son en primer lugar sometidos un proceso de clarificación, generalmente mediante el uso de bentonita y albúmina de huevo o gelatinas, sustancias que provocan la decantación por arrastre de las sustancias sólidas en suspensión. A la clarificación le sigue un filtrado y, en la mayoría de los casos, un tratamiento de frío. Se trata de provocar la formación de los cristales de bitartratos que de otro modo podrían producirse una vez que el vino está en la botella, sometiéndolo a un cambio brusco de temperatura. Dependiendo de la graduación alcohólica del vino, éste se sitúa durante una serie de días a temperaturas que oscilan entre los -7° y los -11° .

Una vez limpio de los cristales que se han formado y decantado durante el tratamiento de frío, el vino vuelve a filtrarse y ya, totalmente transparente y brillante, se embotella.

Al objeto de preservar las condiciones organolépticas del vino de la forma más prolongada posible, evitando el efecto que pudiera tener la presencia de aire en el interior de la botella, es frecuente el uso por parte de las bodegas de técnicas de embotellado con gas inerte. Se trata de inyectar una pequeña cantidad de nitrógeno en el interior de las botellas tras su llenado y antes de la colocación del tapón. Al ser el nitrógeno un gas totalmente inerte y más pesado que el aire, desplaza a éste y permite que la botella de cierre sin presencia alguna de oxígeno en su interior. El vino está ya listo para su viaje definitivo hacia el consumidor.



Ilustración 29: El vino se prepara para salir al mercado y deleitar los paladares más diversos.

2.4. PRECIPITACIONES TARTÁRICAS

El ácido tartárico es uno de los ácidos mayoritarios de los vinos, que puede insolubilizarse parcialmente por la presencia de los cationes calcio y potasio, formando las siguientes sales: bitartrato potásico o tartrato ácido de potasio (THK), tartrato neutro de potasio (TK_2), tartrato neutro de calcio (TCa), tartrato doble de potasio y de calcio (T_2K_2Ca), y la sal mixta de malotartrato de calcio ($MTCa_2$). A los valores del pH de los vinos tratados solamente se encuentran el bitartrato potásico y el tartrato cálcico, pues las últimas únicamente se forman cuando el pH es superior al valor de 4,5. El ácido tartárico en el vino y a $20^{\circ}C$ de temperatura posee ya solubilidad de 4,9 gramos/litros, mientras que en las mismas condiciones el bitartrato potásico es de 5,7 gramos/litro y el tartrato neutro de calcio es de 0,53 gramos/litro.

La solubilidad de estas sales disminuye por la formación de alcohol durante la fermentación alcohólica, así como también por el enfriamiento del vino, siendo por lo tanto los vinos menos

ricos en estas sales que los mostos de procedencia. Durante la conservación de los vinos y especialmente durante el invierno se produce una insolubilización espontánea de tartratos, precipitando de forma más rápida el tartrato ácido de potasio, y de forma más lenta los tartrato neutro de calcio. Pero a pesar de ello, los vinos todavía pueden contener en disolución una cantidad suficiente de estas sales como para producirse nuevas precipitaciones cuando las condiciones lo permitan, y el vino se encuentre embotellado. Esto supone un inconveniente comercial, que puede ser evitado con un tratamiento de estabilización antes del embotellado ya que, aunque bien es sabido que no afectan a la calidad ni a las características organolépticas de los vinos, la presencia de un sedimento de tartratos no es admitida en general por los consumidores

2.4.1. MECANISMO DE LA INSOLUBILIZACIÓN TARTÁRICA

La insolubilización de las sales del ácido tartárico en el vino se puede explicar fácilmente por el mecanismo de M. Foucriat del esquema adjunto, donde se parte de un vino donde la concentración real de tartratos (N) es inferior a su solubilidad (P), es decir: $P > N$. En estas condiciones no existe la posibilidad de que se produzca una precipitación. Cuando se producen determinadas condiciones donde la solubilidad disminuye (P'), como por ejemplo por la bajada de la temperatura o por la aparición de alcohol, entonces ocurre que $P' < N$, y se produce una insolubilización de los tartratos en la cuantía de $N - P'$. Cuando se reestablecen las condiciones originales y la solubilidad vuelve a su valor inicial (P), entonces la concentración real de tartratos se queda en el valor donde antes alcanzo la bajada de la solubilidad ($P' = N'$), resultando estable el vino con un margen de seguridad: $m = P - N'$.

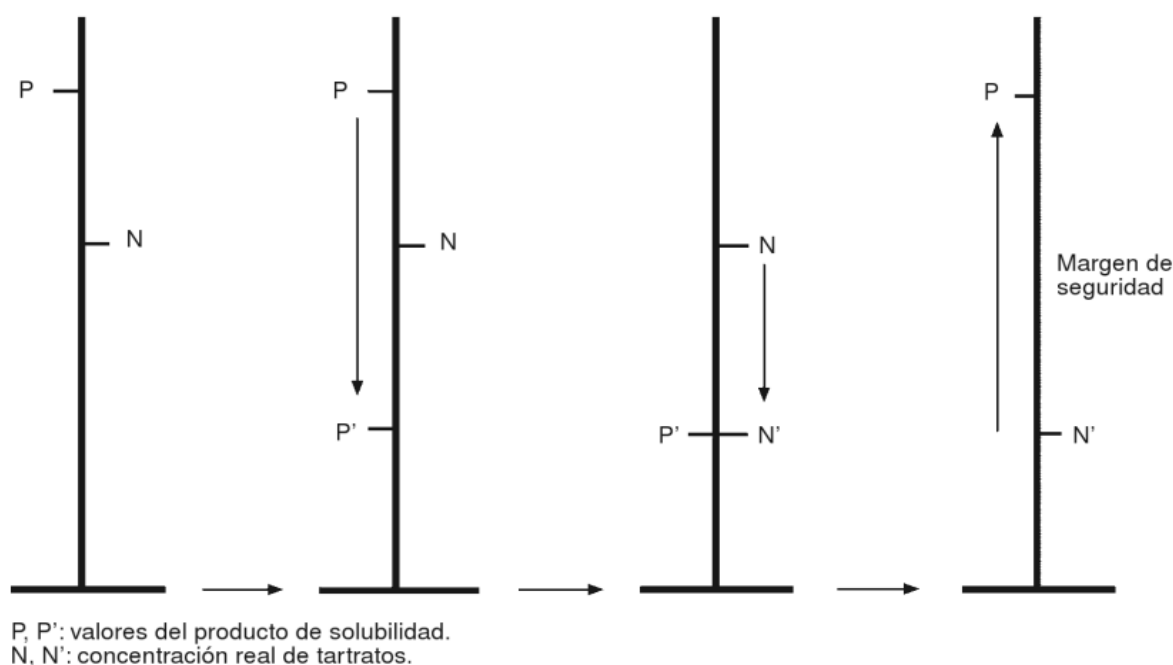


Ilustración30: Mecanismo de insolubilización de tartratos.

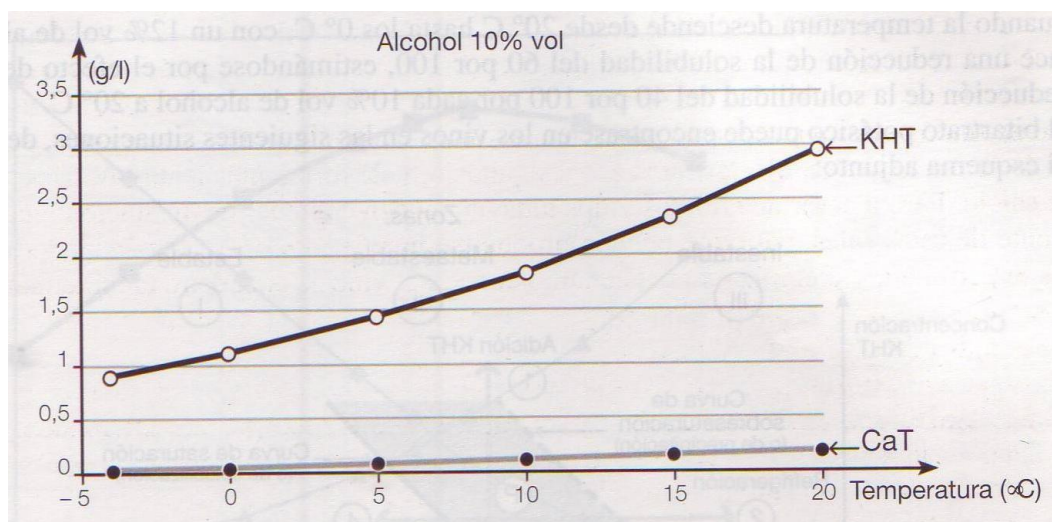


Gráfico 4: Solubilidad de las sales del ácido tartárico en los vinos.

El bitartrato potásico o tartrato ácido de potasio ($\text{COOH-CHOH-CHOH-COOK}$) es una sal que normalmente se encuentra en el vino a saturación, dependiendo su solubilidad de la concentración de alcohol, y sobre todo de la temperatura del mismo, encontrándose en los vinos tintos del orden de 40 % más que en los vinos blancos, debido a su mayor riqueza en potasio, y haciendo bajar su solubilidad a medida que lo hace su riqueza en potasio. La solubilidad del bitartrato potásico disminuye cuando se añade ácido tartárico, y aumenta cuando se añade cualquier otro ácido, pues entonces se produce una modificación del equilibrio iónico, formando estos ácidos con el potasio sales solubles, mientras que la concentración de bitartrato potásico se reduce. Durante la fermentación maloláctica sucede el fenómeno contrario, pues al desaparecer el ácido málico, el equilibrio entre este ácido y sus malatos se desplaza hacia la descombinación de estos últimos, cediendo potasio al medio, que aumenta la concentración de bitartrato potásico, y además el pH se eleva disminuyendo la solubilidad de esta sal.

El pH en el vino influye sobre el reparto entre el ácido tartárico libre, el bitartrato potásico y el tartrato cálcico, siendo los valores de pH situados entre 3,5 a 3,6 los que mayor proporción de bitartrato potásico presentan:

| pH | Ácido tartárico (%) | Bitartrato potásico (%) | Tartrato cálcico (%) |
|-----|---------------------|-------------------------|----------------------|
| 2,8 | 64,7 | 31,0 | 4,3 |
| 3,0 | 52,5 | 40,8 | 6,7 |
| 3,2 | 39,9 | 49,8 | 10,3 |
| 3,4 | 28,0 | 56,6 | 15,4 |
| 3,5 | 22,4 | 59,0 | 18,6 |
| 3,6 | 16,6 | 60,7 | 22,7 |
| 3,8 | 9,3 | 58,9 | 31,8 |
| 4,0 | 2,8 | 54,0 | 43,2 |

La solubilidad de bitartrato potásico en el agua es del orden de 4,92 gramos/litro a 20°C, mientras que en una solución hidroalcohólica como el vino, esta es bastante inferior, dependiendo de su riqueza alcohólica y de su temperatura.

| Temperatura (°C) | Contenido en alcohol (% vol) | | | | |
|---------------------|------------------------------|------|------|------|------|
| | 0% | 10% | 12% | 14% | 20% |
| 0° | 2,25 | 1,26 | 1,11 | 0,98 | 0,68 |
| 5° | 2,66 | 1,58 | 1,49 | 1,24 | 0,86 |
| 10° | 3,42 | 2,02 | 1,81 | 1,63 | 1,10 |
| 15° | 4,17 | 2,45 | 2,25 | 2,03 | 1,51 |
| 20° | 4,92 | 3,08 | 2,77 | 2,51 | 1,82 |

Tabla 4: Solubilidad del bitartrato potásico en una solución modelo en gramos/litro.

Cuando la temperatura desciende desde 20°C hasta los 0°C, con un 12% vol de alcohol se produce una reducción de la solubilidad de 60%, estimándose por el efecto del etanol, una reducción de la solubilidad del 40% por cada 10% vol de alcohol a 20°C.

El bitartrato potásico puede encontrarse en los vinos en las siguientes situaciones, de acuerdo con el esquema adjunto:

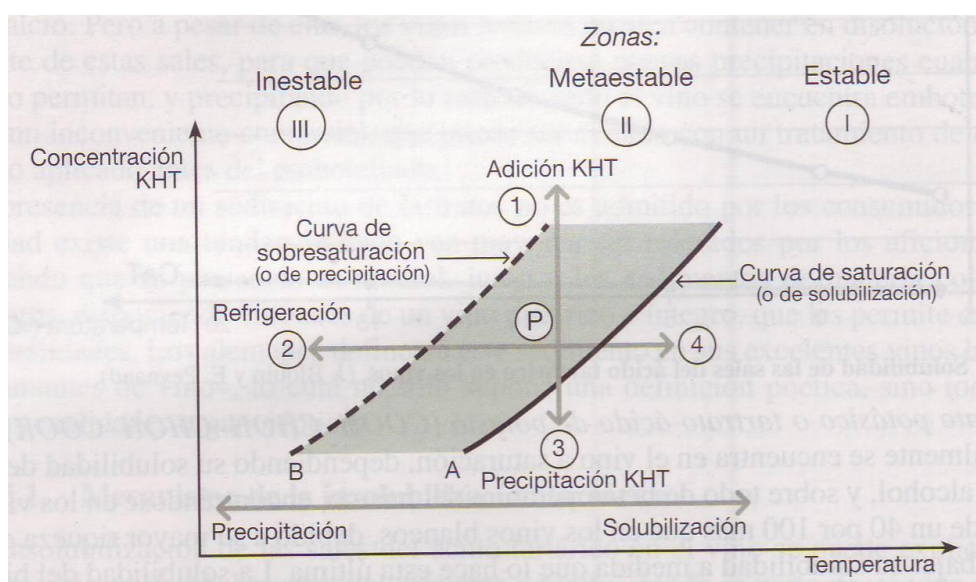


Gráfico 5: Estados del bitartrato de potasio en los vinos.

- En la zona I por debajo de la curva A, para temperaturas elevadas y contenidos bajos de bitartrato potásico, no existen riesgos de precipitaciones, pues esta sal se encuentra en una concentración inferior a la solubilidad del momento.
- En la zona III, por encima de la curva B, para temperaturas bajas y contenidos elevados de bitartrato potásico, se produce siempre una precipitación de esta sal, haciendo retornar al medio a la concentración correspondiente a la solubilidad del bitartrato potásico a la temperatura deseada.
- En la zona II, entre la curva A y B, existe un riesgo de precipitación, puesto que el contenido en bitartrato potásico es superior a la solubilidad (curva A), pero también puede permanecer en solución sin cristalizar, estando entonces el vino en estado de sobresaturación. En este caso la predicción de la precipitación es difícil de realizar, pues la determinación de la curva A es conocida, mientras que la curva B depende de otros factores ligados a la composición del vino y especialmente a los llamados “coloides* protectores”.

El tartrato neutro de calcio ($\text{COOCa-CHOH-CHOH-COOCa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) es una sal que presenta una solubilidad bastante inferior a la del bitartrato potásico, del orden de 2,90 gramos/litro en agua a 20°C, encontrándose en los vinos blancos a saturación, mientras que los tintos son de un 30% a 50% más pobres, debido sin duda al menor contenido en calcio. La solubilidad de esta sal depende fundamentalmente del contenido en alcohol, pasando a un segundo plano el efecto de la temperatura, y por esta razón las precipitaciones de tartrato de calcio en los vinos pueden ser incompletas por los tratamientos realizados por frío y apareciendo más tarde sin razón alguna aparente.

| Temperatura (°C) | Contenido en alcohol (% vol) | | | | |
|---------------------|------------------------------|------|------|------|------|
| | 0% | 10% | 12% | 14% | 20% |
| 0° | 1,56 | 0,65 | 0,54 | 0,46 | 0,27 |
| 5° | 1,82 | 0,76 | 0,64 | 0,54 | 0,32 |
| 10° | 2,13 | 0,89 | 0,75 | 0,63 | 0,38 |
| 15° | 2,48 | 1,05 | 0,88 | 0,75 | 0,45 |
| 20° | 2,90 | 1,24 | 1,04 | 0,88 | 0,53 |

Tabla 5: Solubilidad del tartrato de calcio en una solución modelo en gramos/litro.

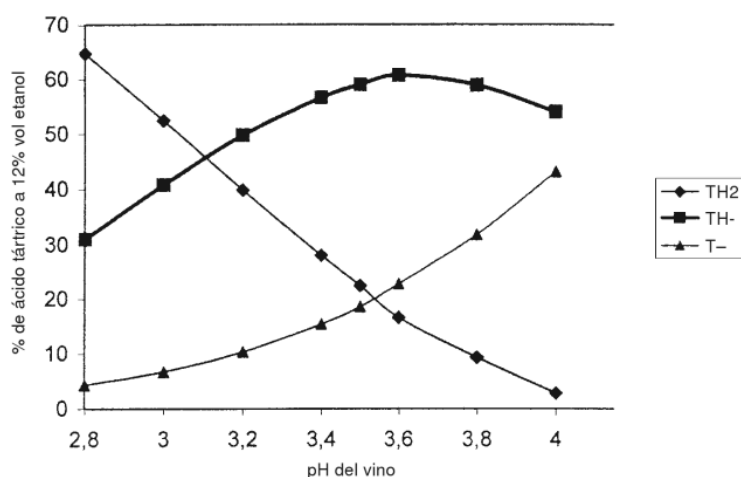
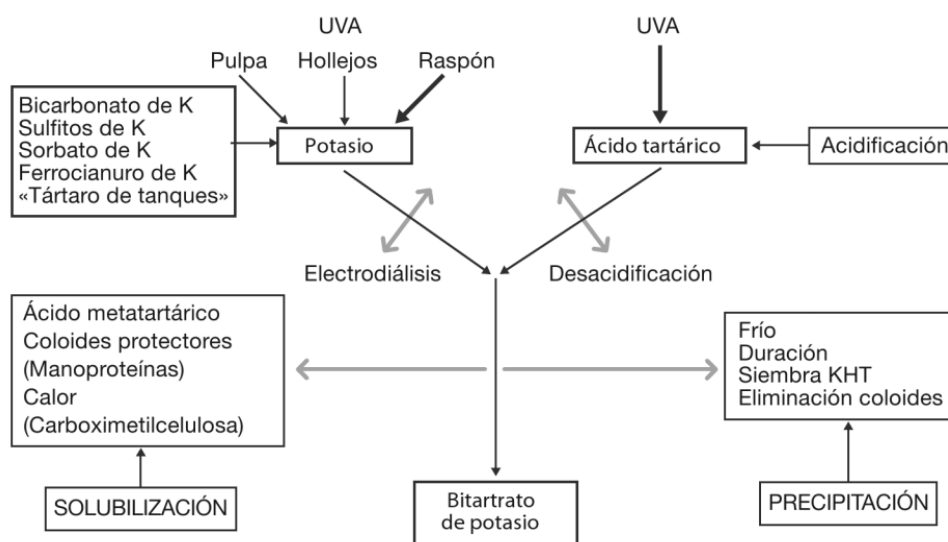
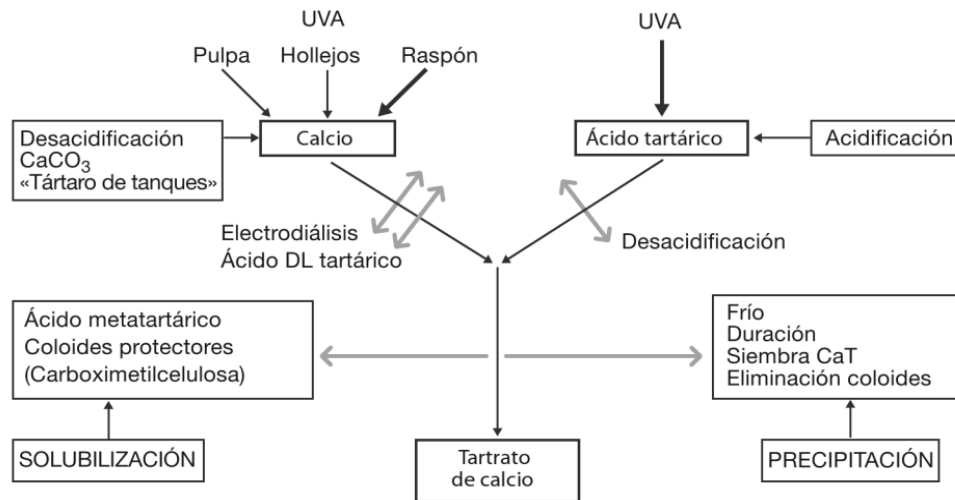


Gráfico 6: Equilibrio del ácido tartárico en función del pH del vino.



Esquema 3: Esquema de las precipitaciones de bitartrato de potasio.

En las mismas condiciones de temperatura, la solubilidad del tartrato de calcio disminuye la mitad al pasar de un grado alcohólico de 12% de alcohol a otro de 0%, mientras que manteniendo constante la graduación alcohólica, la solubilidad de esta sal aumenta el doble al pasar desde -4°C hasta $+20^{\circ}\text{C}$. El efecto del etanol reduce la solubilidad en un 30% por el aumento en alcohol de un 10%. La solubilidad aumenta rápidamente cuando disminuye el pH, sucediendo esto aun cuando el aumento de la acidez se realiza con ácido tartárico.



Esquema 4: Esquema de las precipitaciones de tartrato de calcio.

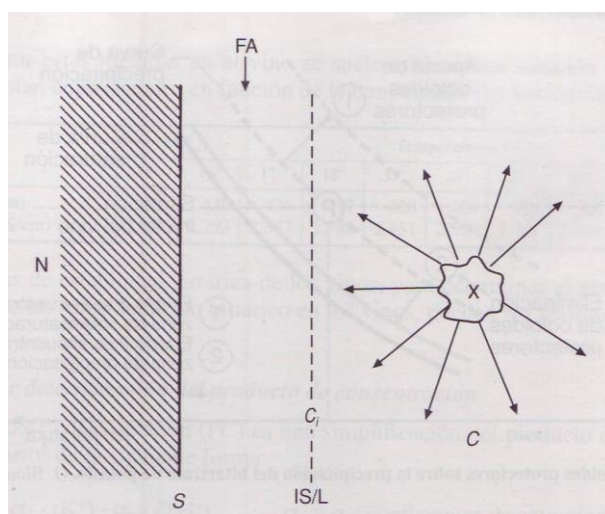
Además del ácido tartárico, el calcio puede en el vino formar precipitados con otros ácidos de los vinos, especialmente con algunos derivados de la *Botrytis cinérea*, como el ácido glucónico ($\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4-\text{COOH}$), que puede encontrarse en cantidades de hasta 2,5 gramos/litro, actuando como secuestrante de calcio e interfiriendo en el desarrollo de la precipitación de tartrato de calcio, y formando cristales de pequeño tamaño de sedimentación muy lenta. El ácido múico ($\text{COOH}-(\text{CHOH})_4-\text{COOH}$), que en los vinos botrytizados puede encontrarse en niveles de hasta 1 a 2 gramos/litro, forma con el calcio muciato cálcico, que sedimenta en cristales blanquecinos. La cantidad de ácido en forma de sal se duplica aproximadamente entre valores de pH de 3,00 a 3,25 y sucediendo de nuevo de 3,25 a 3,50. Con un contenido en calcio de 90 mg/litro, los niveles de saturación de esta sal se alcanzan con 450 mg/litro a pH 3,00 ó 185 mg/litro a pH 3,25 ó 90 mg/litro a pH 3,50. El mejor sistema a utilizar para estabilizar los vinos frente a las sales de estos ácidos es aplicar un tratamiento que reduca o elimine el calcio de los mismos.

El mecanismo de la cristalización de todas estas sales precisa que su concentración en el vino permanezca por encima de su solubilidad, la cual generalmente desciende por la acción de las bajas temperaturas, o por la aparición del alcohol durante la fermentación, o por un encabezado del vino con alcohol. La cristalización exige la presencia en el vino de “gérmes o núcleos” de cristalización, estando formados por cristales submicroscópicos, o por cristales de mayor tamaño, e incluso también sobre sólidos de distinta naturaleza pero también de estructura cristalina.

Según el esquema adjunto, un núcleo de cristalización (N) forma sobre su superficie una película o film de adsorción (FA) de determinado espesor y terminando hacia la solución en una interfase solido-liquido (IS/L), donde en estado de sobresaturación, su concentración (C_i) es mayor que la de la superficie del germen (S) y menor que la concentración de la solución (C), es decir $C > C_i > S$. Una molécula de tartrato (X) se adsorbe sobre la superficie del

núcleo cristalización por esa diferencia de concentración, siendo por lo tanto su velocidad de cristalización proporcional a la superficie interfase solido/líquido que ofrecen los gérmenes de cristalización en el medio.

Por esta razón cuando se realiza una estabilización por frío partiendo de un vino limpio, es necesario un tiempo de cristalización muy largo, pues primeramente se deben formar los núcleos de cristalización y después se produce la cristalización, formándose cristales de gran tamaño y teniendo a resultar el vino sobresaturado. Sin embargo, cuando el enfriamiento se produce rápidamente, en agitación, y con la adición o siembra de pequeños cristales de tartratos en una concentración de 3 a 6 gramos/litro y de tamaño inferior a $40\mu\text{m}$, se produce una cristalización muy rápida, con formación de cristales de pequeño tamaño y con una menor tendencia a la sobresaturación. La saturación, por lo tanto, es la diferencia entre la concentración real de tartratos (C) en el vino, y la concentración teórica (S) a saturación o solubilidad; admitiendo por lo tanto el vino una mayor cantidad de sales disueltas, que las teóricas que debería admitir, siendo este fenómeno más patente a medida que la temperatura es menor y además cuando esta desciende bruscamente. Este fenómeno supone un inconveniente para la completa estabilización de los vinos frente a estas sales, pues de producirse, puede posteriormente aparecer una precipitación no deseada.



Esquema 5: Mecanismos del crecimiento de los tartratos.

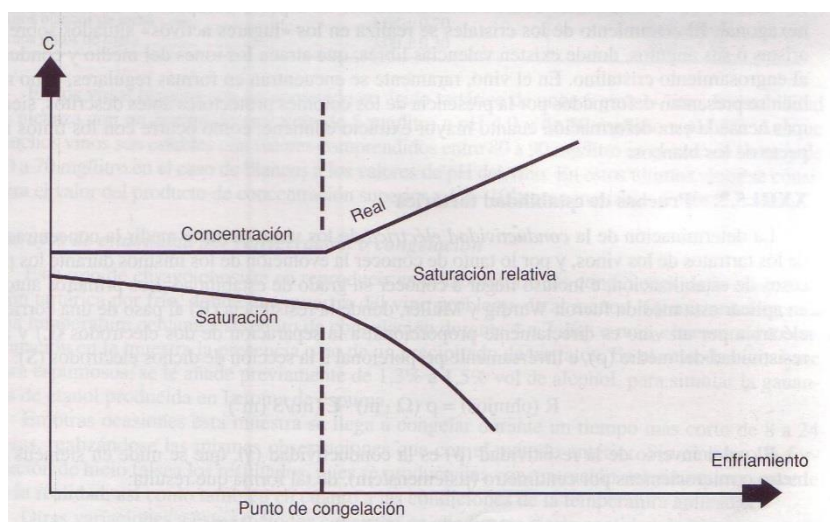


Gráfico 7: Sobresaturación de los vinos.

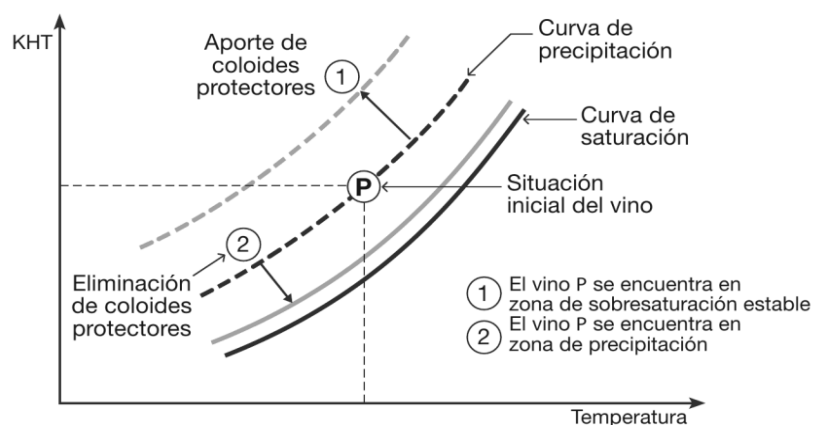


Gráfico 8: Efecto de los coloides protectores sobre la precipitación del bitartrato de potasio.

Aparte de las condiciones físicas que hacen variar la solubilidad, la sobresaturación también se produce por la presencia en el vino de determinadas sustancias (coloides protectores), que impiden la aproximación de las moléculas de tartratos a los núcleos de cristalización; pudiendo ser estas sustancias de origen natural, tales como: proteínas, taninos condensados, pectinas, gomas, manoproteínas, etc., o por el contrario añadidas artificialmente, como el ácido metatátrico o la goma arábiga. Pudiendo suponer en unos casos un inconveniente para la estabilización tartárica de los vinos, cuando se utilizan sistemas precipitantes, o en otros casos, un posible tratamiento para impedir su insolubilización.

Generalmente los cristales de bitartrato potásico son alargados de gran tamaño, cristalizando en una forma regular octogonal, y con dos caras más alargadas que las demás; sin embargo los cristales de tartrato de calcio son de menor tamaño, de aspecto compacto y de cristalización hexagonal. El crecimiento de los cristales se realiza en los “lugares activos” situados sobre las aristas o sus ángulos, donde existen valencias libres, que atraen los iones del medio y conducen al engrosamiento cristalino. En el vino, raramente se encuentran en formas regulares, sino más bien se presentan deformados por la presencia de los coloides protectores antes descritos, siendo más acusada esta deformación cuanto mayor extracto contiene, como ocurre con los tintos respecto de los blancos.

2.5. TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA

Los enólogos tienen a su disposición dos vías para elegir una técnica de estabilización:

- Las técnicas químicas, que utilizan es esencialmente aditivos de tipo coloides protectores cuyo principio es inhibir la cristalización de un medio en estado de saturación. La utilización de coadyuvantes se tendría más bien que evitar, por un lado por el respeto cualitativo de los vinos, y por otro lado por la eficacia difícilmente controlable en el tiempo.
- Las técnicas físicas, son en general métodos de eliminación, que son más numerosas. Algunas técnicas utilizan coadyuvantes de proceso para facilitar la eliminación o extracción del THK.

ESTABILIZACIÓN QUÍMICA

Estas técnicas tienen por objeto bloquear la sobre saturación con la ayuda de aditivos inhibidores capaces de impedir las precipitaciones a largo plazo.

Como toda técnica de adición, conviene que los productos utilizados sean de calidad alimentaria (sin contaminantes minerales u orgánicos) y con un coste de producto y de aplicación compatible con la actividad económica. Dos productos son actualmente capaces de aportar una solución técnica aceptable, el ácido metatartárico y la carboximetilcelulosa que todavía no está autorizada para esta aplicación.

ÁCIDO METATARTÁRICO

La adición de ácido metatartárico está actualmente autorizada a, razón máxima de 10 g/hl; es un poliéster del ácido tartárico cuya eficacia depende de su grado de esterificación. Este ácido se hidroliza con relativa rapidez en el vino lo que limita su empleo a vinos de rotación rápida y en todo caso no destinados al almacenamiento y a la conservación. Esta pérdida de eficacia es tanto más grande cuanto más alta es la temperatura y más bajo es el pH.

Se utiliza al final de la fermentación, justo antes del embotellado.

CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO (CMC)

La celulosa esterificada por grupos carboximetilos sobre los carbonos C6 y C2, es un polielectrolito de pK próximo a 4. La CMC presenta al pH del vino (~3,3) cargas negativas sobre los grupos carboxílicos lo que le permite absorberse sobre los gérmenes del hidrogenotartrato inhibir su crecimiento. Acompleja igualmente los iones K⁺ y Ca²⁺, lo que provoca la disminución de iones libres que participan en la cristalización.

La carboximetilcelulosa no se altera con el tiempo, no presenta toxicidad, y puede ser consumida sin peligro en dosis de hasta 20 g por día; de hecho es un aditivo muy utilizado en la industria agroalimentaria.

LAS MANOPROTEÍNAS DE PAREDES DE LEVADURAS

En el mismo sentido que las dos técnicas descritas anteriormente, se ha demostrado que los extractos de las paredes de levaduras tienen un poder inhibidor sobre la cristalización del THK. Parecen actuar como la CMC, pero el nivel de adsorción de estas proteínas es mucho más débil. La eficacia de esta inhibición es muy dependiente de la constitución y de la cantidad de proteínas de los extractos de levadura añadidos.

Las dosis necesarias para proteger de las precipitaciones tartáricas de un vino blanco son del orden de 25 g/hl. Su acción es pues considerada para los vinos tintos y rosados. Esta preparación podría sustituir al ácido metatartárico que presenta no uno sino dos inconvenientes: el de ser un aditivo y el ser exógeno del vino.

ÁCIDO RACÉMICO

La estabilidad de los vinos frente al bitartrato potásico se consigue con una relativa facilidad mediante un tratamiento por frío, pero cuando se trata del tartrato cálcico, su precipitación en estas condiciones es lenta e irregular, pudiendo producirse insolubilizaciones a lo largo del tiempo e incluso en condiciones de temperatura más elevadas de hasta 20°C o 25°C, sobre todo cuando se sobrepasan los 60 a 70 mg/litro en los vinos tintos y de 80 a 90 mg/litro en los vinos blancos.

El ácido racémico o, mejor dicho, ácido tartárico racémico es simplemente ácido DL-tartárico ópticamente inactivo, que combinándose con el calcio, forma una sal de remato cálcico muy poco soluble, del orden de 32 mg/litro frente a 266 mg/litro del tartrato cálcico, en consecuencia se produce una precipitación que reduce la concentración de calcio en los vinos. Para eliminar 100 mg/litro de calcio se precisan 375 mg/litro de ácido racémico. Cuando la dosis son inferiores se producen precipitaciones lentas o incompletas, o cuando son superiores se puede generar un fenómeno de sobresaturación; por lo que es conveniente añadirlo en la agitación e incluso manteniendo cierto tiempo después de unos dos días, y mejor haciéndolo por frío durante la estabilización del bitartrato potásico. La precipitación se produce en 3 días, aunque es preferible esperar hasta 6 o 7 días para una mayor seguridad.

ESTABILIZACIÓN FÍSICA

TRATAMIENTO POR FRÍO ARTIFICIAL

El denominador común de todas las técnicas de estabilización por frío es provocar de forma preventiva una cristalización para eliminar los elementos en sobresaturación que son inestables a corto plazo en las condiciones normales de uso.

El frío artificial es producido en general por transformación de una potencia eléctrica (kilovalios) en energía térmica (frigorías) dispensada al vino mediante un intercambiador térmico. Frente al frío natural que realiza una parte de la estabilización, el frío artificial es perfectamente controlable.

INTERCAMBIADORES DE IONES

Es una técnica sustitutiva que trata de reemplazar preventivamente los compuestos del ácido tartárico inestables.

Se halla extendida fuera de los países de la Unión Europea (donde esta práctica no está autorizada), es muy directa y tiende a proporcionar correcciones más amplias que la simple estabilización.

En general, la técnica es sustitutiva a nivel iónico. Las resinas intercambiadoras de cationes en ciclo sódico aseguran el reemplazo de los cationes potasio y calcio por cationes de sodio y magnesio que dan lugar al ácido tartárico a sales mucho más solubles, y por lo tanto menos precipitables que el THL y el TCa.

Se tiene pues una garantía real de estabilidad frente al frío, pero también una muy fuerte evolución de las características organolépticas del vino, causada por esta profunda modificación salina.

La eliminación catiónica por medio de resinas catiónicas de regeneración en ciclo ácido, realiza al mismo tiempo una acidificación directa; aunque este sistema podría servir, en ciertos casos, para mejorar algunos vinos, ocurre que desnaturalizaría demasiado profundamente los vino “normales”. Es necesario recordar que esta tecnología ha sido indicada en las recomendaciones de la OIV, únicamente con la condición de que sea precedida de un tratamiento con frío y que solamente una parte del vino sufra este acabado de estabilización mediante tratamiento con resinas.

ESTABILIZACIÓN MEDIANTE UN PROCESO DE MEMBRANAS DE ELECTRODIÁLISIS

El desarrollo de esta técnica se inscribe en un planteamiento que privilegia los medios de eliminación físicos (aquí se trata de una extracción en forma iónica) en detrimento de la utilización de aditivos químicos. Es igualmente un procedimiento tecnológico continuo que se integra muy bien en la línea de elaboración justo antes del embotellado.

Por otra parte, la tecnología que utiliza las membranas de electrodiálisis, aunque se presenta como nueva en enología, es ya ampliamente utilizada en el sector agroalimentario y en farmacia. Es decir, presenta ya ciertas garantías en estos ámbitos de fuertes condiciones cualitativas.

OSMOSIS INVERSA

Este tratamiento se puede aplicar a la estabilización tartárica de los vinos, haciéndolos pasar por un aparato de osmosis inversa, donde temporalmente se elimina parte del agua que contienen, resultando así los vinos concentrados y produciéndose una importante insolubilización de los tartratos, la cual puede ser activada mediante un tratamiento complementario por frío. Una vez separados los tartratos precipitados, se restituye el agua separada en un principio, resultando de este modo estabilizados.

2.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA ADOPTADA

La técnica adoptada es el tratamiento por frío de estabilización tartárica clásica o de larga duración. El método consiste en refrigerar el vino a la temperatura de tratamiento, cercana a la temperatura de congelación, siendo esta entorno a $-6,5^{\circ}\text{C}$ para el vino Fino o Fino Reñidero o de $-11,3$ para el vino Moscatel Blanco, introduciéndolo a continuación en un depósito isotérmico o dentro de una cámara frigorífica que mantenga dicha temperatura, y dejándolo durante un tiempo variable de 7 a 15 días para los vinos blancos y de algunas semanas para los vinos tintos, en el transcurso de los cuales se produce una insolubilización espontánea de los tartratos y su consiguiente precipitación. Con este sistema se asegura la estabilidad tartárica a una temperatura suficiente para poder soportar las condiciones térmicas más extremas de los vinos embotellados en el circuito comercial.

Para transformar un sistema semicontinuo en continuo, se dispone de varios depósitos de tratamiento, cuyo número de depósitos es múltiplo de los días necesarios para la

estabilización, siendo 7 días como mínimo para la estabilización, serán múltiplos de 7 el número de depósitos, así como también de un recuperador de frío o intercambiador de calor generalmente de placas, que se utiliza para aprovechar la temperatura del vino que sale estabilizado, para preenfriar el vino que entra en la instalación; ahorrando de este modo una importante cantidad de energía, reduciendo la potencia frigorífica instalada, y aumentando el rendimiento de entrada del vino a tratar.

Para evitar el inconveniente de la sobresaturación de los tartratos y así realizar un tratamiento adecuado, es importante que el vino a estabilizar se encuentre lo más limpio posible, evitando de este modo los fenómenos de protección que impiden el crecimiento de los cristales; así como realizar el enfriamiento de una manera brusca y en agitación, induciendo a la completa precipitación de los tartratos en cristales de pequeño tamaño.

Una modificación de este sistema de estabilización, denominado como de “semi-contacto”, consiste en añadir al vino enfriado entre 30 a 40 gramos / hectolitro de tartratos finamente molidos, realizando una agitación sin oxidación durante 24 a 36 horas en el depósito de tratamiento; consiguiendo de este modo una reducción del tiempo de estabilización en 4 a 6 días, así como también una menor temperatura de tratamiento del orden de -2° a 0° C.

El frío actúa sobre el vino provocando la insolubilización y la correspondiente precipitación de las sales. Esta estabilización se producía anteriormente de forma natural en las bodegas por corrientes de viento frío del invierno. Actualmente, este sistema se ha sustituido por otro artificial, acelerando el proceso mediante el empleo de frío industrial.

El tratamiento térmico a baja temperatura de los vinos de Jerez es indispensable para conseguir una estabilidad duradera frente a precipitaciones de sales tartáricas, pensado principalmente para los diferentes destinos de estos vinos, pudiendo ser sitios mucho más fríos que de la zona de producción y de crianza, ya que gran parte del vino de Jerez se dedica a la exportación.

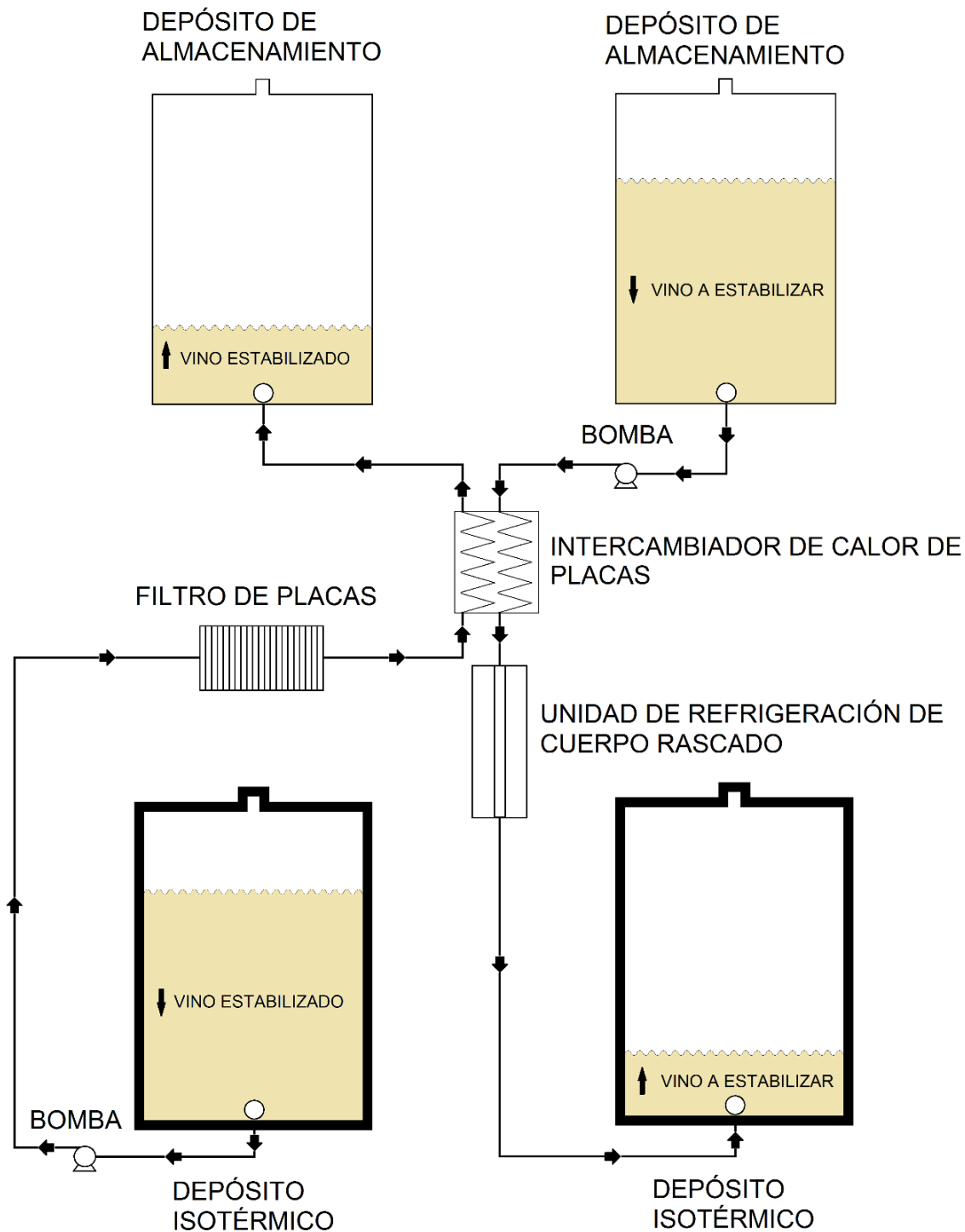
El procedimiento en el tratamiento de frío es el siguiente:

El vino ha sido previamente sometido a un prefiltrado que elimina los coloides protectores que se oponen a la precipitación y a un enfriamiento próximo al punto de congelación. Posteriormente el vino se pasa por el intercambiador de calor de placas, en el que entra el vino a 28.3°C y sale a 0°C . De aquí pasa a través de un intercambiador de calor de superficie rascada saliendo ya el vino a la temperatura de tratamiento.

Posteriormente el vino es enviado al depósito isotérmico, donde permanece durante un periodo de catorce días a la temperatura adquirida en el intercambiador de calor de superficie rascada, en este depósito isotérmico se intenta mantener su temperatura cercana al punto de congelación la cual ira disminuyendo hasta alcanzar una temperatura de $-4,5^{\circ}\text{C}$ al cabo de los 14 días, si es vino fino o reñidero, y si es moscatel su temperatura llegara a alcanzarse unos $-9,3^{\circ}\text{C}$. Para este tratamiento se utiliza un intercambiador de calor de superficie rascada, ya que al pasar el vino directamente a través de él y a que la temperatura del tratamiento es bajas, se forma hielo en la superficie del intercambiador. Durante este proceso se producirán todas las insolubilizaciones que se quiere evitar que ocurran en la botella.

Pasados los catorce días el vino estabilizado pasará a la operación de filtración con el objetivo de separar las partes sólidas insolubles. Por último pasará de nuevo por el intercambiador de

calor, recuperando temperatura del vino nuevo a tratar y saliendo el vino estabilizado a una temperatura próxima a la del ambiente, ya listo para embotellar.



2.5.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL TRATAMIENTO POR FRÍO

El mantenimiento de los vinos a temperaturas cercanas a su congelación, constituye una importante herramienta para conseguir la estabilización de los mismos frente a precipitaciones coloidales y especialmente frente a las sales tartáricas. En las instalaciones tradicionales, el

vino refrigerado se almacena un determinado número de días en depósitos isotérmicos o en cámaras frigoríficas, existiendo otras instalaciones más modernas, donde la estabilización se realiza en continuo.

La temperatura de congelación (t_c) se determina fácilmente conociendo la graduación alcohólica de los vinos como sigue:

$$t_c(^{\circ}C) = -\frac{\% vol - 1}{2}$$

Existen otras formas de calcular esta temperatura, donde además del alcohol hacen intervenir otros parámetros como el extracto seco:

$$t_c(^{\circ}C) = -(0,04 \cdot P + 0,02 \cdot E + K)$$

P: peso del alcohol (gramos/litro).

E: extracto seco (gramo/litro).

K: factor de corrección:

10% vol \rightarrow 0,6

12% vol \rightarrow 1,1

14% vol \rightarrow 1,6

16% vol \rightarrow 2,1

Nunca conviene alcanzar la temperatura de congelación, con objeto de evitar la formación de hielo, por lo que la temperatura de tratamiento (t_t) se calcula restando $0,5^{\circ}C$ a las anteriormente calculadas, o bien aplicando la siguiente expresión:

$$t_t(^{\circ}C) = -\frac{\% vol}{2} - 1$$

El aislamiento de los depósitos isotérmicos se calcula teniendo en cuenta la norma de no superar una pérdida de $1,5^{\circ}C$ del vino almacenado durante un periodo de 7 días, con una temperatura interior de $-5^{\circ}C$ y una exterior de $20^{\circ}C$. En el caso de un depósito cilíndrico, es preciso conocer su volumen ($V \text{ m}^3$) y su superficie ($S_d \text{ m}^2$), de tal manera que la cantidad de frigorías perdidas se estiman como sigue:

$$Q \left(\frac{kcal}{hora} \right) = \frac{1000 \cdot V \cdot 1 \text{ kcal}/^{\circ}C \text{ litro} \cdot 1,5^{\circ}C}{7 \text{ días} \cdot 24 \text{ horas/día}} = \frac{1500 \cdot V}{168}$$

El aislante del depósito debe poseer un coeficiente de transmisión de calor ($K \text{ kcal}/^{\circ}C \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hora}$) suficiente para cumplir la siguiente relación:

$$K \left(\frac{kcal}{^{\circ}C \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hora}} \right) = \frac{Q(kcal/hora)}{S_s \cdot (20^{\circ}C + 5^{\circ}C)} = \frac{1500 \cdot V}{4100 \cdot S_d} = \frac{V}{2,73 \cdot S_d}$$

El coeficiente de transmisión de calor ($K \text{ kcal}/^{\circ}C \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hora}$) de un determinado material o conjunto de materiales que forman una pared, puede ser calculado con la siguiente expresión:

$$K \left(\frac{kcal}{^{\circ}C \cdot m^2 \cdot hora} \right) = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{1}{\sum \lambda_i} + \frac{1}{h_i}}$$

l_i = espesor del material (m)

h_e = coeficientes superficial de transmisión de calor exterior:

$$h_e = 20 \text{ a } 30 \text{ kcal/}^{\circ}C \cdot m^2 \cdot \text{hora}$$

h_i = coeficientes superficial de transmisión de calor interior:

$$h_i = 5 \text{ a } 10 \text{ kcal/}^{\circ}C \cdot m^2 \cdot \text{hora}$$

λ_i = coeficiente de conductividad térmica de los materiales (kcal/ $^{\circ}C \cdot m \cdot \text{hora}$).

Los coeficientes de conductividad térmica de algunos materiales aislantes y de construcción, se estima en los siguientes valores.

Los aislantes modernos se basan en el principio de crear un material constituido en su mayor parte por aire o gas, encerrados en celdas de un material de baja densidad y a imitación del corcho como material aislante natural. Las celdas de poliestireno se llenan de aire, mientras que las de poliuretano y polisocianurato lo hacen con un freón, y las de vidrio celular con gas sulfhídrico (SH_2).

Los aislantes no deben absorber humedad, pues se puede condensar en su interior en forma de agua, poseyendo ésta una conductividad térmica de $0,58W/^{\circ}C \cdot m$ que incide negativamente en las propiedades del material; debiéndose por lo tanto colocar una barrera antivapor en la cara más caliente del aislante que impida la penetración de la humedad y su condensación e incluso congelación en el interior del aislante producida por las bajas temperaturas interiores.

Los criterios de elección de un aislante se asan en los siguientes aspectos:

- Valor bajo de la conductividad térmica (λ_i)
- Reducido valor de su coeficiente de dilatación.
- Estabilidad de material en el tiempo.
- Impermeabilidad a penetración de la humedad.
- Elevada resistencia mecánica.
- Materiales a prueba de fuego: lana de vidrio y vidrio celular. El freón contenido en las celdas de poliuretano, puede producir con el fuego gas fosgeno letal.
- Costo reducido, siendo de más baratos a más caros: lana de vidrio, poliestireno expandido, poliestireno extruido, corcho, poliuretano, polisocianurato y espuma de vidrio.

La resistencia a la difusión del vapor de agua (α) de los materiales aislantes, viene definida por la relación entre la cantidad de vapor transferido en una capa de aire y la del aislante en cuestión, pudiendo alcanzarse los siguientes valores:

2.6. LA FILTRACIÓN EN EL PROCESO DE ACABADO DE LOS VINOS

Como son consumidos ante todo por sus propiedades sensoriales, los vinos están sometidos a condiciones cualitativas aparentemente más estrictas que para otros productos alimentarios.

Para algunos vinos prestigiosos, criados varios años en botella, el poso puede ser aceptable. Pero para la casi totalidad de los vinos comercializados cada año, la limpieza debe ser

perfecta. Las especificaciones a cumplir por los productores es cada vez más severa, y tiende hacia la ausencia total de defectos.

Por lo anterior, será necesario:

- Alcanzar el nivel de clarificación deseado (ausencia de turbios, limpidez del producto)
- Garantizar la estabilidad fisicoquímica y microbiológica del vino desde el embotellado hasta el consumo.
- Conservar el potencial aromático y gustativo.

El vino es un medio muy complejo. Señalaremos en primer lugar los principales elementos susceptibles de alterar la limpidez del vino, así como las soluciones técnicas, numerosas, destinadas a prevenir o resolver estos problemas.

La filtración es una técnica general de separación de dos fases: una sólida y la otra líquida, haciendo pasar esta suspensión a través de un material poroso que constituye el filtro, donde se retiene la fase sólida, y dejando fluir a su través el líquido, que sale con un mayor o menor grado de limpieza en función del material filtrante utilizado. Por lo tanto un filtro es un aparato formado por un soporte permeable sobre el que se dispone de una capa filtrante, y de un sistema mecánico más o menos complejo, que asegura la circulación a presión constante del líquido turbio y también la evacuación del mismo líquido filtrado y limpio.

Elementos de la filtración:

- Suspensión sólido-líquido: líquido turbio o de alimentación.
- Líquido obtenido: filtrado o permeado.
- Material poroso: medio filtrante.
- Sólidos retenidos: retenido o torta
- Mecanismo que soporta el material poroso y que posibilita la filtración: filtro.

Entre las técnicas de separación, la filtración permite eliminar una fase sólida en suspensión en una fase líquida, mediante el pasaje a través de una pared porosa que constituye el soporte filtrante, destinado a retener las partículas sólidas. La palabra filtración se refiere generalmente al líquido en curso de clarificación. El filtrado designa más precisamente a la operación propiamente dicha. Sin embargo las dos palabras con frecuencia se emplean indistintamente.

La filtración de los vinos plantea ante todo un problema de calidad de la clarificación. La retención de las partículas debe ser completa, sin por ello provocar una modificación de la estructura química que afectaría la calidad gustativa. Otra cuestión concierne al flujo de filtración y la obturación de las superficies filtrantes. Esos criterios rigen el rendimiento de la operación, su coste y en consecuencia la posibilidad práctica de su realización.

Existen varios tipos de filtración, que utilizan soportes filtrantes diferentes montados sobre dispositivos apropiados que permiten hacer la operación. De tal manera, se distingue en enología:

1. La filtración sobre precapa de diatomeas formada por aluvionado continuo.
2. Filtración sobre placa de celulosa o sobre módulo lenticular, se trata de cartones permeables constituidos por fibras de celulosa en las cuales están incorporados componentes granulados (diatomeas, perlitas, resinas catiónicas, etc.).

3. Filtración sobre membrana de polímeros sintéticos, con poros calibrados.
4. Filtración tangencial sobre membrana mineral u orgánica; el flujo paralelo a la superficie filtrante limita la obturación; esta técnica se opone a la clarificación clásica para la cual el flujo es transversal.

La clarificación perfecta del vino bruto no puede lograrse en una sola operación. La filtración sobre un soporte apretado lleva a una obturación rápida. Con un soporte flojo, la detención de las partículas es insuficiente. Cada operación de filtración se inscribe en una estrategia global de clarificación, incluyendo las otras operaciones que ocurren a la limpidez (sedimentación espontánea, encolado, centrifugado, etc.)

Los vinos, criados durante varios meses o incluso varios años en tonel, llegan al embotellamiento con una ligera turbiedad, pero a menudo conservan un poder obturador no despreciable. Generalmente es suficiente una simple filtración sobre placa.

Los vinos embotellados relativamente jóvenes sufren más operaciones de clarificación. Se puede encarar una o varias filtraciones sobre precapa de diatomeas para preparar los vinos para embotellado. Esta se efectúa entonces con filtración sobre placa, sobre módulo lenticular o eventualmente sobre membrana, llevando a vinos pobres en gérmenes o incluso estériles. Todas esas operaciones no son forzosamente necesarias. Hay que saber adaptar las posibilidades de clarificación a cada caso particular, limitando las operaciones a aquellas indispensables.

3. ANTECEDENTES SOBRE LOS EQUIPOS Y LA INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO EN FRÍO

3.1. EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN

En la mejora del sistema de estabilización por frío del presente proyecto consta de varios equipos principales: un intercambiador de calor de placas, un intercambiador de calor de cuerpo rascado, y un filtro de placas.

Cada equipo desempeña una función en la instalación. El intercambiador de calor de placas tiene el objetivo de refrigerar el vino de entrada utilizando como refrigerante el vino que está en frío en el depósito isotérmico. Se dimensionará con el objetivo de mejorar el tiempo de tratamiento, consiguiendo con esto un menor gasto energético.

El intercambiador de calor de cuerpo rascado tiene como finalidad enfriar el vino hasta alcanzar la temperatura de tratamiento, siendo esta temperatura próxima a su punto de congelación. Se utilizará el que está presente en la bodega, previa comprobación de sus especificaciones para saber que cumple con los requisitos del tratamiento.

El filtro de placas tiene la función de eliminar todos los sólidos en suspensión que están en el vino, siendo estos principalmente los bitartratos de potasio. Se dimensionará dicho equipo para cumplir con las nuevas condiciones ya que, el que está presente en la bodega está en muy malas condiciones y no cumple los requisitos.

Se dimensionarán también el sistema de conducciones y el sistema de impulsión, así como todos los accesorios necesarios.

Por último, en lo que se refiere a los depósitos de almacenamiento e isotérmicos, se pretende reutilizar los que están en la bodega, pues están en buenas condiciones. Por tanto, lo que se hará será comprobar, en el caso del depósito isotérmico si mantiene adecuadamente o no el frío durante el tiempo necesario.

3.2. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS

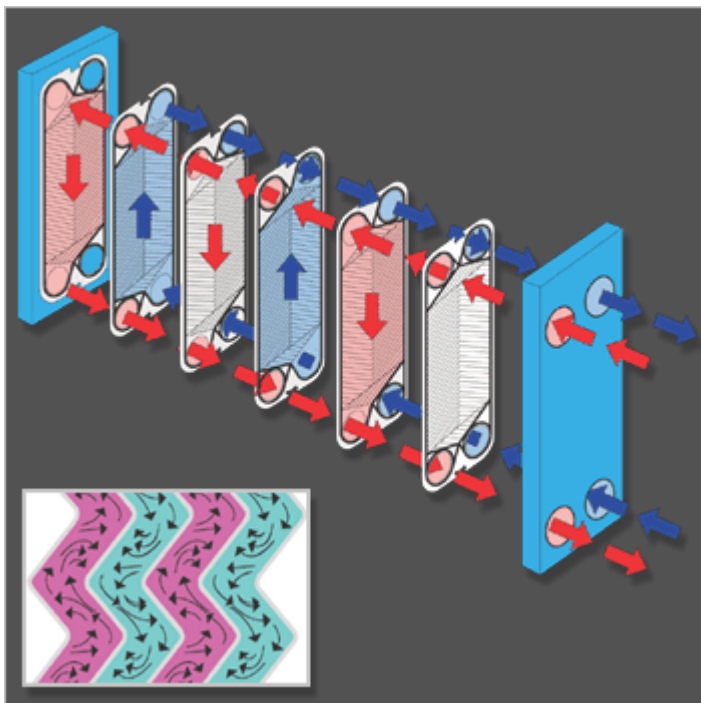
La búsqueda continua de economía y mayor eficiencia en este dispositivo de transferencia de calor ha permitido el desarrollo de diversos tipos de intercambiadores de calor. Entre ellos cabe destacar los intercambiadores de carcasa y tubos, los intercambiadores de tipo compacto aleteado y los intercambiadores de placas.

En muchas aplicaciones de la industria moderna el intercambiador de calor de placas ha desplazado al tradicional de carcasa y tubo, por dos razones principales:

- El coeficiente de transferencia de calor es mayor, lo que permite construir equipos más compactos y con menor tiempo de residencia de los fluidos.
- Son fácilmente desmontables en la mayoría de los casos, con lo cual se puede proceder a su limpieza con mayor rapidez. Solo algunos modelos de intercambiadores de placas no se pueden desmontar debido a que las placas están soldadas.

El intercambiador de placas se empezó a utilizar en la década de 1930 para el tratamiento y la pasteurización de la leche. En un principio este tipo de intercambiador de calor se usó para satisfacer la necesidad de contar con un equipo de fácil limpieza, sin irregularidades y sin rincones donde se pudieran albergar bacterias, ni donde se fomentara el desarrollo de las mismas; requisito básico de sanidad para esta industria. Además, la elaboración de la leche, requiere de elevados coeficientes de transferencia de calor para que el tiempo de residencia especialmente a altas temperaturas, sea mínimo. Con el transcurso del tiempo se comprobó que las características de esos primeros diseños se podrían aplicar a otras industrias que manejan líquidos, ya sea como parte del proceso o en los servicios de enfriamiento de una planta. De esta manera el intercambiador de calor de placas se ha introducido en múltiples aplicaciones industriales. Hoy en día son ampliamente utilizados en aquellos sistemas que trabajan a temperaturas comprendidas entre -40°C y 250°C y a presión inferior a 30 bar. Por tanto son válidos para el rango de temperaturas y presión existentes en la bodega que se diseña.

Los fluidos frío y caliente se introducen por los orificios de conexión y circulan por los canales que se forman entre placas de manera alternativa. Un fluido es conducido por los canales impares mientras que el otro es conducido por los pares. Los dos fluidos se encuentran así separados, sin poderse mezclar, por una delgada placa a través de la cual se produce la transferencia de calor. La distribución de los fluidos por sus canales correspondientes se hace mediante una serie de juntas en los canales impares que no permiten la entrada del fluido que ha de circular por los pares, y en los pares que no permite la entrada del de los impares. Generalmente, aunque existen múltiples configuraciones, el flujo de ambos fluidos se hace en contracorriente (Ilustración 31).



El intercambiador de calor es un dispositivo diseñado para transferir calor de manera eficiente de un fluido a otro, estando separados éstos por una barrera sólida o encontrándose en contacto. Según la forma de trabajo para conseguir transferir calor, se tendrá la siguiente clasificación:

- Regeneradores: los dos fluidos pasan alternativamente a través de la misma superficie, primero lo hace el fluido caliente y seguidamente el frío intentando que se produzca la menor mezcla física entre las dos corrientes.
- Mezcladores o de contacto directo: dispositivos en los cuales las corrientes (fría y caliente) fluyen hacia una cámara abierta donde se produce una mezcla física completa, obteniéndose una sola corriente. Por ejemplo las torres de refrigeración son de este tipo.
- Recuperadores: son aquellos en los cuales ocurre transferencia de calor entre dos corrientes fluidas que no se mezclan o que no tienen contacto entre sí. Las corrientes fluidas involucradas están separadas entre sí por una pared termoconductora por la cual se transmitirá el calor del medio caliente al frío. La transferencia de calor será por convección y conducción. Dentro de los recuperadores se puede hacer una segunda clasificación atendiendo a su construcción.
 - Intercambiadores compactos, los que están hechos basándose en placas o láminas paralelas (intercambiadores de placas, de espiral y laminar).
 - Intercambiadores tubulares, su fabricación está basada en tubos (intercambiadores de doble tubo y carcasa-tubo).
 - Intercambiadores misceláneos, presentan diferentes configuraciones según el requerimiento específico (chaqueta, enfriador por goteo...).

3.2.1. COMPONENTES

Un intercambiador de placas consiste en un conjunto de placas de metal corrugadas (que son onduladas, y acanaladas) que se mantienen unidas mediante presión en un bastidor y selladas por medio de una junta o empaque o soldadura de manera que se forman una serie de pasillos interconectados a través de los cuales se hacen circular los fluidos de trabajo. Estos fluidos son impulsados mediante bombas si es necesario. Un equipo típico se compone de dos partes principales, el bastidor y las placas.

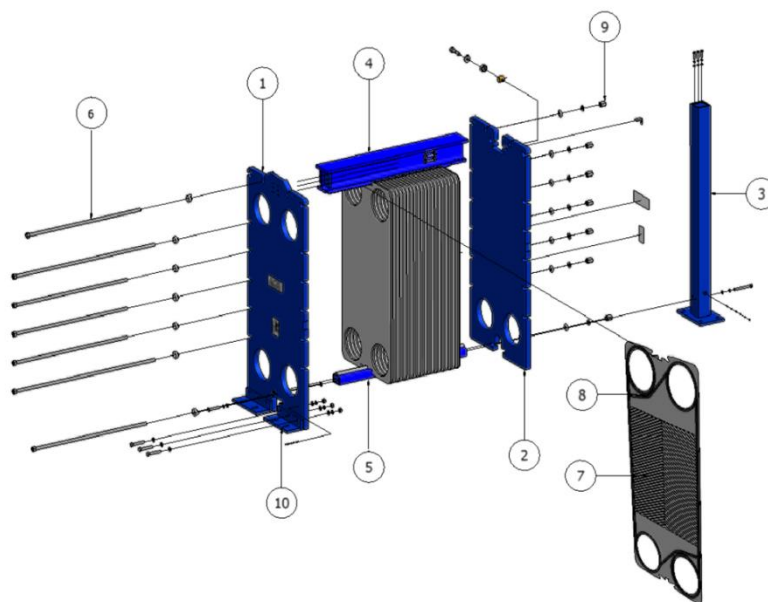


Ilustración 32. Componentes principales de un intercambiador de calor a placas con juntas

- 1) Cabecera para conexiones y compresión del paquete de placas
- 2) Planchón móvil para conexiones adicionales y para comprimir el paquete de placas
- 3) Columna de soporte para sostener la barra superior y la inferior
- 4) Barra superior portante y guía para planchón móvil y paquete de placas
- 5) Barra inferior guía del planchón móvil y el paquete de placas
- 6) Barras de apriete para comprimir las placas entre cabecera y planchón móvil
- 7) Placa de circulación
- 8) Junta de circulación
- 9) Tuerca para barra de apriete
- 10) Reborde de apoyo para anclar el intercambiador de calor de placas a la base

3.2.1.1. BASTIDOR

El bastidor tiene la misión de mantener el conjunto de placas unidas, proporcionando un buen sellado y formando una estructura rígida mediante una serie de barras horizontales que soportan las placas. Sus componentes son de acero al carbono, con excepción de aquellos que, como las conexiones de entrada y salida, tienen contacto con los fluidos. En las esquinas del bastidor se encuentran las conexiones para permitir la entrada y salida de los fluidos. El sellado se hace por medio de juntas fabricadas de elastómeros, que se seleccionan de acuerdo con el tipo de servicio, para que sean compatibles con el fluido utilizado, y que se colocan en el borde de las placas rodeando completamente las bocas de los extremos, de manera que el flujo se pueda distribuir de lado a lado de la placa.

3.2.1.2. PLACAS.

Las placas de transferencia de calor se fabrican prensando láminas delgadas de gran variedad de aleaciones y metales, resistentes a la corrosión. El más usado es el acero inoxidable aunque en función de los fluidos a tratar y de sus propiedades pueden ser más adecuados unos metales (o aleaciones) que otros.

El espesor de las placas está comprendido entre 0.5 mm y 1 mm. Con el objeto de aumentar la superficie de transferencia de calor, las placas presentan un relieve corrugado o acanaladuras que ayudan a inducir un alto nivel de turbulencia para velocidades medias relativamente bajas (0,25 m/s a 1 m/s). Este aumento de la superficie varía mucho en función de la forma de las corrugaciones.

Gracias a las corrugaciones de las placas permiten el aumento de la turbulencia lo que consigue una mejor transferencia del calor (coeficientes de transmisión mucho mayores que en el caso de carcasa-tubo).

Existen varias formas para las corrugaciones pero pueden diferenciarse dos grandes grupos: tipo “interlocking” y tipo “chevron”, en la ilustración 33 se muestran estas. Las corrugaciones de una placa apoyan en distintos puntos con las corrugaciones de la placa adyacente de tal manera que se provee de rigidez al conjunto sin restringir el flujo.

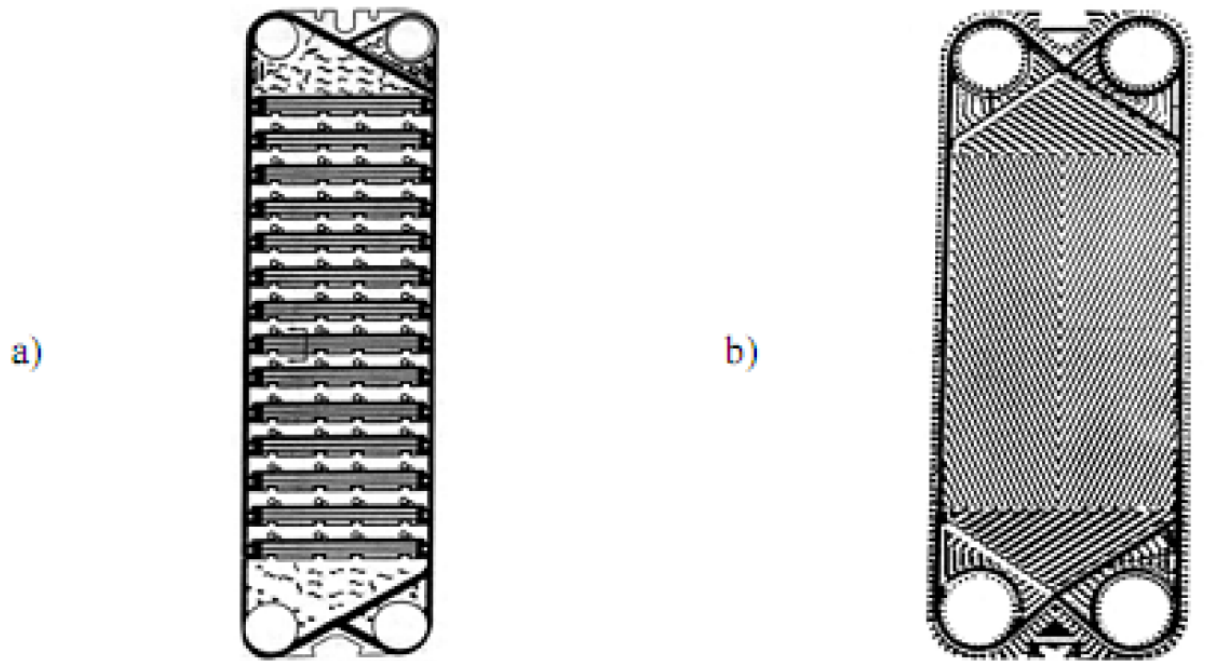


Ilustración 33: Tipos de placas: a) corrugaciones tipo "Intermating", b) corrugaciones tipo "Chevron"

Las corrugaciones son resaltes que forman los correspondientes canales entre placas, cuyos bordes se apoyan por presión unos sobre otros o bien están soldadas entre ellas. Cada placa se sitúa enfrente de otra girada 180° respecto a la primera, como se puede apreciar en la ilustración 34, para placas de corrugaciones tipo "Chevron".

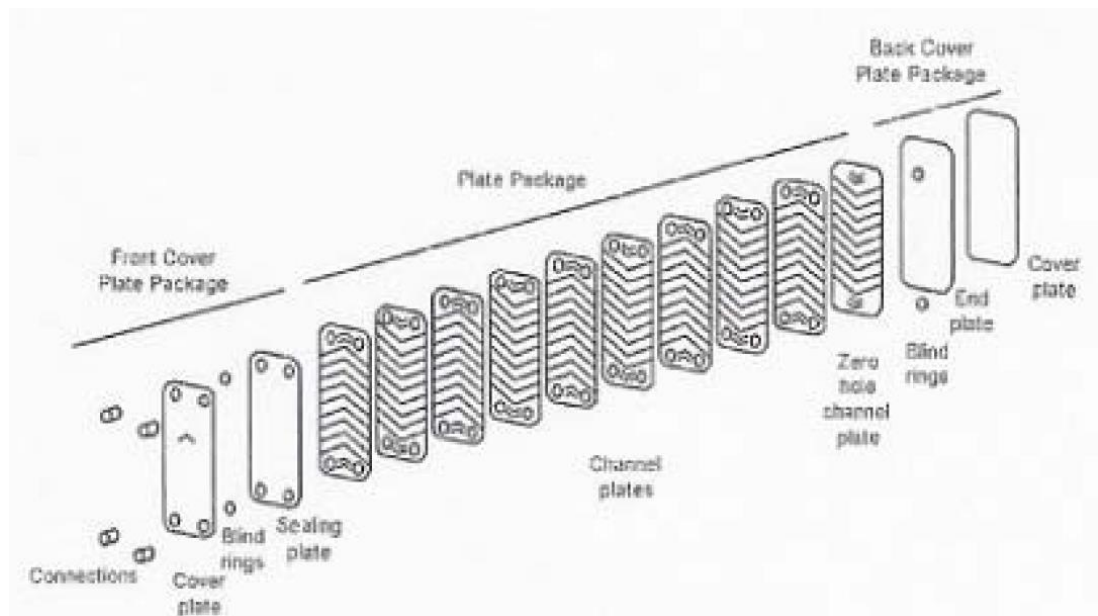


Ilustración 34: Colocación placas tipo "chevron"

La forma de las corrugaciones genera turbulencias que mejoran la transferencia de calor. Para conseguir un mejor intercambio de calor estas placas se construyen con materiales de baja resistencia térmica.

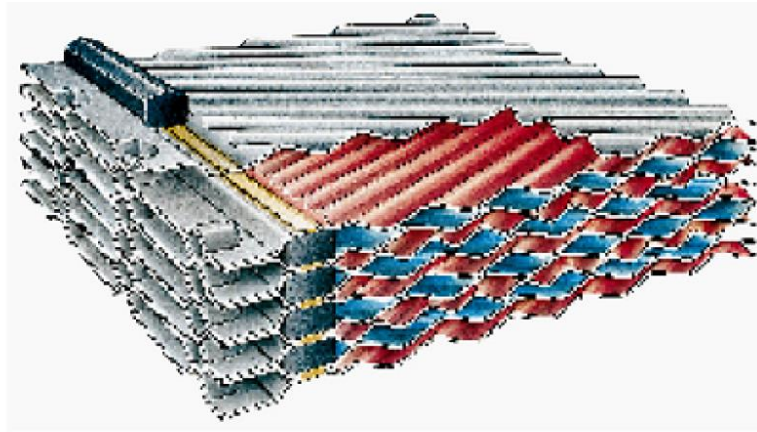


Ilustración 35: Apilamiento de las placas. En rojo se muestra los canales por los que circula el fluido caliente y en azul el fluido frío.

Cuando se monta un conjunto completo de placas, la estructura de los canales de flujo es simétrica en ambos lados, por lo que se elimina la necesidad que existía en los de carcasa-tubo de decidir qué fluido pasará por los tubos y cuál por la carcasa, ya que los lados de la placa son equivalentes. En la ilustración 35 se muestran los canales por donde pasa el fluido frío y el caliente.

El número de placas se determina en función de los caudales, propiedades físicas de los fluidos, pérdidas de carga admisible, diferencia de temperaturas y capacidad de transmisión de calor.

3.2.2. FUNCIONAMIENTO

Los fluidos frío y caliente se introducen por los orificios de conexión y circulan por los canales que se forman entre placas de manera alternativa. Uno es conducido por los canales impares mientras que el otro es conducido por los canales pares. Los dos se encuentran así separados sin poderse mezclar por una delgada placa a través de la cual se produce Transferencia de Calor. La distribución por sus canales correspondientes se hace mediante una serie de juntas en los canales impares que no permiten la entrada del fluido que ha de circular por los pares, y en los pares que no permite la entrada del de los impares. Generalmente, aunque existen múltiples configuraciones, el flujo se hace en contracorriente, en la ilustración 36 se muestra la configuración.

Las ondulaciones forman los correspondientes canales entre placas, cuyos bordes se apoyan por presión unos sobre otros o bien están soldadas entre ellas. Estas son resaltes que forman los canales y por ellos circulan los fluidos, como se puede observar en la ilustración 35. Su forma genera turbulencias que mejoran la Transferencia de Calor. Para conseguir un mejor intercambio de calor estas placas se construyen con materiales de baja resistencia térmica.

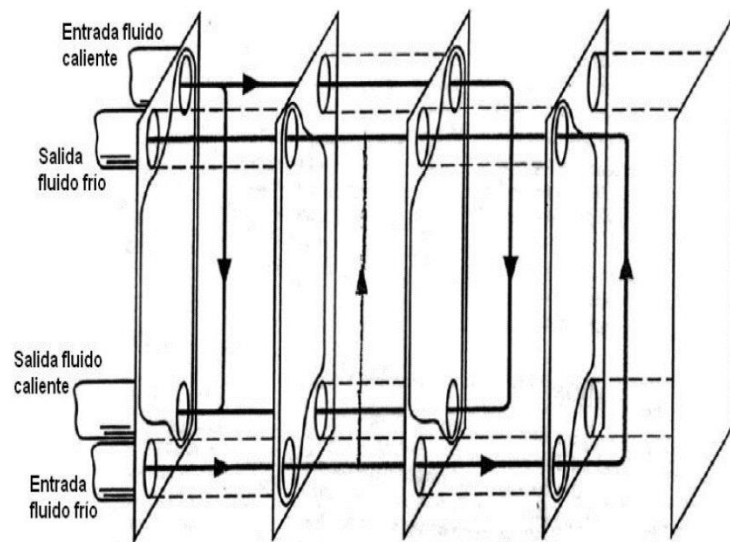


Ilustración 36: Distribución de flujos

3.2.3. ARREGLO DE FLUJOS

La dirección del producto en relación con la dirección de la corriente de calentamiento o enfriamiento puede ser a contracorriente o en paralelo. La dirección de las corrientes puede ser modificada en cada paso. Un paso se refiere a que el flujo es dirigido mediante el empaque hacia el canal, de esta forma entra al espacio existente entre dos placas ya sea de manera ascendente o descendente y lo inunda hasta salir por otro puerto hacia el siguiente paso.

El arreglo de los flujos puede ser en U o en Z. Una variante es el arreglo en multipasos, donde se conectan varios pasos en serie. Esto tiene efecto en la eficiencia de la transferencia de calor. En el arreglo tipo U los puertos de entrada y salida de las dos corrientes están en la misma placa mientras que en arreglo tipo Z están colocados del lado contrario. El arreglo de multipasos consiste en conectar varios pasos en serie. El sistema es estrictamente en flujo a contracorriente, excepto en los efectos canales y en la placa central. En esta placa donde ambos fluidos cambian de dirección, el flujo en paralelo prevalece. Este tipo de arreglos se usa para servicios donde se involucra un amplio rango de temperatura para el fluido de proceso y una pequeña diferencia de la misma entre los fluidos. Este tipo de arreglo se usa cuando un fluido tiene mayor velocidad de flujo o una caída de presión más baja que el otro.

Para conseguir una buena eficiencia en la transmisión de calor, los canales que quedan entre las placas deben ser lo más estrechos posibles, pero, por otra parte, tanto la velocidad del flujo como la caída de presión serán mayores si se hace pasar un fuerte volumen de producto entre canales estrechos. Ninguno de estos efectos es deseable, y para evitarlos el paso del producto a través del intercambiador de calor se divide en una serie de flujos paralelos.

En la ilustración 37 el flujo en azul representa el medio refrigerante y el flujo en rojo representa el producto a enfriar. Se observa como un flujo es conducido por los canales pares y el otro por los canales impares, consiguiendo separar los flujos mediante las placas impidiendo que se mezclen los flujos. A través de las placas que están entre los flujos se produce la transferencia de calor en este tipo de intercambiador de calor.

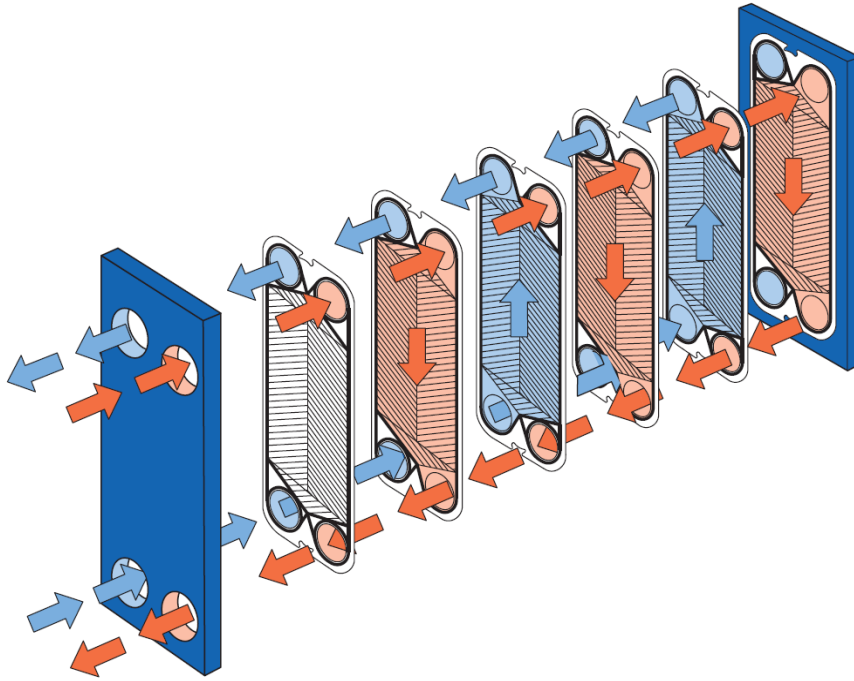


Ilustración 37: Sistema de flujo tipo U

3.2.4. TIPOS DE INTERCAMBIADORES DE PLACAS

Existen varios tipos de intercambiadores de placas que se pueden clasificar de varias formas:

- Por la forma de unión de las placas.
- Por la dirección de los fluidos.
- Por el número de pasos.
- Por el número de circuitos de refrigerante.

3.2.4.1. POR LA FORMA DE UNIÓN DE LAS PLACAS

3.2.4.1.1. MEDIANTE JUNTAS

Las placas se unen ejerciendo presión entre ellas mediante las barras del bastidor e interponiendo entre ellas juntas para garantizar la estanqueidad. Se desmonta fácilmente desatornillando las barras de unión, con lo que las operaciones de mantenimiento y limpieza se pueden efectuar rápidamente. Se puede observar en la ilustración 38.



Ilustración 38: Placa mediante juntas.

3.2.4.1.2. SOLDADO

Las placas se unen por medio de soldaduras de manera que no se necesitan juntas para garantizar la estanqueidad. La ventaja principal de este tipo es que pueden utilizarse en aplicaciones donde la presión es un obstáculo para las juntas. Pueden trabajar hasta presiones de unos $(3,0 \text{ a } 3,2) \cdot 10^6$ [Pa] o lo que es lo mismo de 30 a 32 bares. Por el contrario, presentan el inconveniente principal que no pueden ser desmontados para su limpieza. Además, ante un cambio en las necesidades del proceso no es posible modificar el número de placas. Este tipo de intercambiador se puede observar en la ilustración 39.



Ilustración 39: Placa soldada

3.2.4.1.3. SEMISOLDADO

Los intercambiadores semisoldados combinan la flexibilidad y servicio de los de junta con la seguridad contra rotura de los soldados. Estos tienen un número par de placas en los que se alternan los canales soldados con los tradicionales canales delimitados por juntas. Uno de los fluidos circula por los canales soldados mientras que el otro lo hace por el sellado con las juntas. En la ilustración 40 se observa con más detalle.

De esta manera tenemos que los canales soldados permiten una mayor presión en su interior mientras que los de junta destacan por su facilidad de desmontaje, mantenimiento y limpieza.



Ilustración 40: Placa semisoldada

3.2.4.2. POR LA DIRECCIÓN DE LOS FLUIDOS.

3.2.4.2.1. FLUJO PARALELO

En este tipo de intercambiador los fluidos se desplazan en el mismo sentido. Su frecuencia de uso es baja.

3.2.4.2.2. FLUJO CONTRACORRIENTE

El sentido de circulación de un fluido es en dirección contraria al del otro. Son los que se utilizan normalmente. La transferencia de calor en este intercambiador es más efectiva que la del anterior.

3.2.4.3. POR EL NÚMERO DE PASOS

3.2.4.3.1. UN PASO

Los fluidos solo pasan una vez por las placas del intercambiador. Esto se puede apreciar en la ilustración 41-a.

3.2.4.3.2. VARIOS PASOS (POR LO GENERAL DOS)

Pueden ser de dos pasos para cada fluido o tan solo de un paso para uno de ellos y dos para el otro.

Los que funcionan en contracorriente son de un paso. En el caso de dos pasos, por uno de ellos los fluidos trabajan en contracorriente, mientras que el segundo paso los fluidos circulan en paralelo, como se observa en la ilustración 41-b y 41-c.

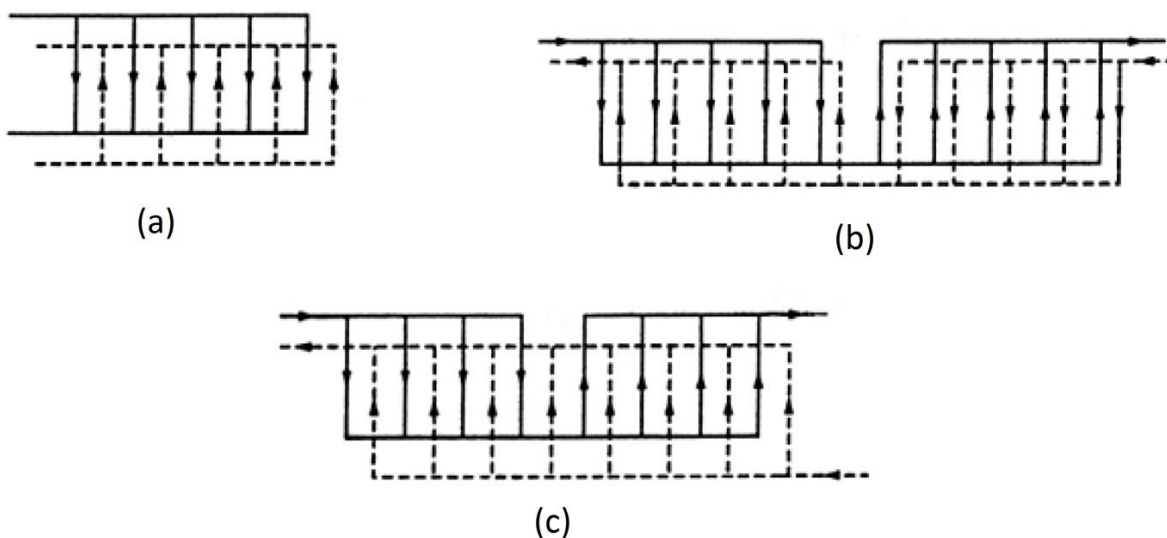


Ilustración 41: (a) Un paso contracorriente; (b) Dos pasos-dos pasos contracorriente; (c) Un paso-dos pasos (el primero contracorriente y el segundo paralelo)

3.2.4.4. POR EL NÚMERO DE CIRCUITOS DE REFRIGERANTE

3.2.4.4.1. SIMPLE

Se tiene tan solo un circuito por el que circula el fluido refrigerante.

3.2.4.4.2. DOBLE

El fluido refrigerante se distribuye a través de dos circuitos que son independientes. Los beneficios respecto a usar dos unidades en paralelo o en serie son la simplicidad y mejor control de la temperatura del fluido de trabajo y el menor costo de tuberías y conexiones, ilustración 42.

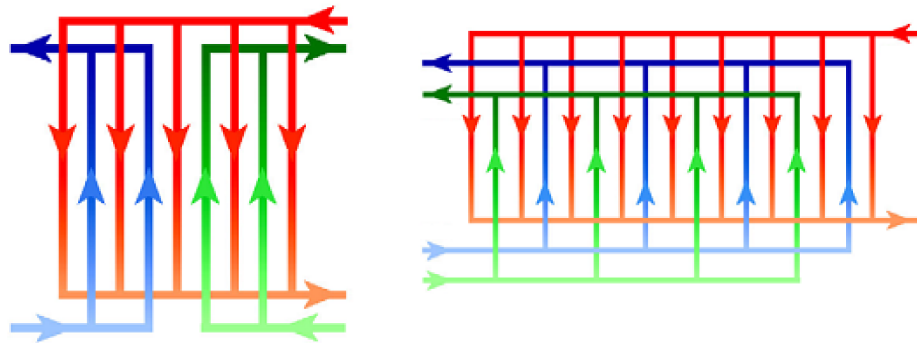


Ilustración 42: Ejemplos de intercambiadores con doble circuito de refrigerante

3.2.5. GEOMETRÍA PLACA

El diseño general de los intercambiadores de calor de placas permite un número casi infinito de combinaciones de parámetros geométricos para la placa. A continuación, sólo la geometría más común será cubierta.

Como ya se comentó en el apartado de componentes, existen dos tipos de placas según la corrugación que presenten. El modelo más utilizado es el tipo “chevron” y ya que será también el tipo de corrugación que presente las placas del intercambiador que se caracterizará, se explicará la geometría de una placa basándonos en este tipo. La geometría de cada placa es determinada por la forma y el tamaño de las corrugaciones.

La corrugación es por lo general sinusoidal y se puede identificar por los siguientes parámetros, ilustración 43:

- ángulo de “chevron” respecto de la vertical, ϕ
- ángulo de “chevron” respecto de la horizontal, β
- profundidad corrugación, b
- paso entre corrugaciones, Λ
- radio de curvatura, R

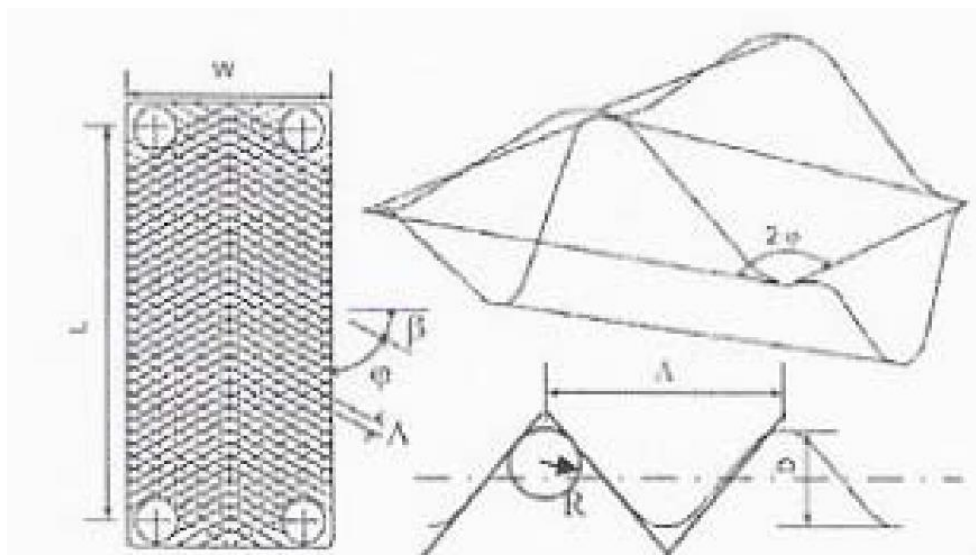


Ilustración 43: Parámetros geométricos de una placa.

De estos cuatro parámetros el más determinante es el ángulo de “chevron”, ya que la mayor parte de intercambiadores de calor de placas del mercado tienen profundidades y un paso entre corrugaciones similares, mientras que los ángulos de “chevron” varían según el uso. El ángulo de “chevron” es bastante importante para la transferencia de calor y la presión, puesto que ambos aumentan con el ángulo. La tabla 6 muestra los valores máximos y mínimos de estos parámetros actualmente encontrados en el mercado.

| Parametro | Minimino | Maximo | Unidades |
|-----------|----------|--------|----------|
| ϕ | 30 | 65 | grados |
| b | 1,2 | 5 | mm |
| Λ | 7 | 15 | mm |
| R | 3 | 4 | mm |

Tabla 6: Valor de los parámetros de corrugación de una placa

Para la estructura total de un intercambiador de placas, los parámetros más importantes son la altura, L (la distancia vertical entre la entrada y la salida, ilustración 43), la anchura de placa, W (ilustración 43), el número de placas, N, y la distancia entre placas, b. La distancia entre placas y la profundidad de una corrugación se denominan ambos parámetros mediante la letra “b”. Para evitar confusiones siempre que aparezca la letra “b” haciendo referencia a un parámetro se referirá a la distancia entre placas ya que será un parámetro que se utilizará más adelante. Parámetros adicionales son el tamaño y la posición de los puertos de entrada y salida de los fluidos, el modelo de placa alrededor de los puertos, y el diseño y la ubicación de cualquier contracción al flujo en la entrada al canal entre dos placas. En el mercado los intercambiadores se diferencian principalmente por estos últimos parámetros, al no encontrarse tan definidos.

3.2.6. CARACTERÍSTICAS DEL INTERCAMBIADOR DE PLACAS

3.2.6.1. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (U)

Se tiene mayor coeficiente global de Transferencia de Calor (U), hasta cinco veces mayores a los que se pueden conseguir en equipos de carcasa y tubos.

Este depende de los coeficientes de Transferencia de Calor por convección de los fluidos frío y caliente, además está influenciado por la forma de las ondulaciones de las placas.

3.2.6.2. ÁREA DE TRANSFERENCIA

Menor área de transferencia se consigue en el intercambiador de placas. Esta característica es muy valiosa cuando la naturaleza del líquido es corrosiva y se requiere trabajar con materiales de construcción muy caros.

3.2.6.3. PRESIÓN

La placa de metal con o sin ondulaciones, no es el elemento adecuado para soportar presiones elevadas, de modo que las presiones máximas para los tipos más comunes son de $(1,0 \text{ a } 1,5) \cdot 10^6$ [Pa], aunque existen placas capaces de soportar presiones algo mayores. Este problema no es tan notorio en los intercambiadores termo-soldados que pueden llegar a soportar presiones de $(3,0 \text{ a } 3,2) \cdot 10^6$ [Pa]. Esto se debe a que no se tiene el riesgo de rotura de la junta. Entonces, las altas presiones son la principal limitación que presenta este prototipo.

3.2.6.4. MATERIALES

Los materiales de las juntas son de varios tipos de elastómeros que tienen un límite máximo de temperatura de funcionamiento (para los materiales más usados) es de 140 a 150 °C. Los flúor - elastómeros pueden aumentar ese límite hasta los 180 °C, pero a cambio de un mayor costo. Existen algunos modelos que usan juntas de fibras de amianto comprimido, para los cuales la temperatura límite asciende hasta un máximo de 250 °C. Por el hecho de no llevar estas juntas, los intercambiadores termo-soldados son capaces de aguantar temperaturas superiores a los 140 -150 °C de los de tipo junta.

3.2.6.5. TAMAÑO

Tamaño compacto, es decir necesitan una gran área de transferencia por unidad de volumen. El peso y el volumen de la instalación son bajos.

3.2.6.6. COSTO INICIAL

Menor inversión. Se tiene un menor costo como consecuencia de necesitar menor área de transferencia.

3.2.6.7. FLUJOS

Permiten la aplicación de flujos en contracorriente en la mayoría de las aplicaciones.

3.2.6.8. TEMPERATURAS

Aproximaciones de temperatura más cercanas. Se puede trabajar incluso con diferencias de temperatura de hasta 1°C, maximizando la posibilidad de recuperación de calor. En el control de la temperatura, la forma de los canales de circulación reduce la posibilidad de zonas de retención o estancamiento y sobrecalentamientos locales.

La simetría de la configuración para ambos fluidos permite predecir de antemano y con toda precisión las caídas de presión y la temperatura. De este modo, se puede calcular con precisión el valor de los coeficientes de transferencia siendo menos necesaria la introducción de “parámetros de incertidumbre”.

3.2.6.9. VOLUMEN DE RETENCIÓN

Bajo volumen de retención. De un 80 a un 90% menor, lo que genera importantes ahorros cuando se utilizan fluidos costosos, como glicoles y refrigerantes. También es fácil de drenar.

3.2.6.10. SUCIEDAD

Poca acumulación de suciedad. Los factores de acumulación son menores que en el caso de carcasa y tubos. Esta característica presenta dos ventajas, menor necesidad de limpieza, y menores resistencias de ensuciamiento que provocan coeficientes de transferencia globales más pequeños.

3.2.6.11. ADAPTABILIDAD

La capacidad puede aumentarse o disminuirse con sólo poner o quitar placas.

La modificación de la disposición de las placas permite modificar fácilmente el programa de temperaturas de trabajo e incluso su utilización en distintos procesos. Esta característica no la presentan los del tipo termo-soldados ya que su desmontaje y ampliación son imposibles. En el caso de los de carcasa y tubos no es fácil adaptarlos a los cambios de la demanda térmica.

3.2.6.12. RANGO DE FUNCIONAMIENTO

Amplio rango de funcionamiento. Incluso sin la necesidad de modificar el número de placas estos permiten un amplio rango de utilización.

3.2.6.13. FLEXIBILIDAD

Pueden adaptarse y ser utilizados para una diversa gama de fluidos y condiciones, incluyendo viscosos.

3.2.6.14. FACILIDAD DE MONTAJE Y DESMONTAJE

Las operaciones de mantenimiento y limpieza se efectúan de manera más fácil y rápida. Todas las superficies se pueden limpiar fácilmente ya sea por métodos manuales o químicos. Se reducen los tiempos muertos y no se requiere de un equipo especial de limpieza. Los costos de mantenimiento son menores. Esta ventaja es particular de los de tipo junta ya que los intercambiadores de placas soldadas no pueden ser desmontados (por lo menos completamente) y necesitan de métodos de limpieza más complejos.

3.2.6.15. SÓLIDOS EN EL FLUIDO

No funcionan correctamente con líquidos que tengan sólidos de gran tamaño, debido a la pequeña distancia de separación entre las placas. En general el tamaño máximo admisible de los sólidos en suspensión es de 4 a 8 μm de diámetro, dependiendo del tipo de intercambiador. Este problema es más frecuente en los termosoldados debido a su dificultad de desmontaje para proceder a su limpieza.

No son convenientes para el uso con líquidos tóxicos o altamente inflamables debido a la posibilidad de rotura de las juntas. Los termo-soldados no presentan este problema así que pueden utilizarse para este tipo de líquidos siempre y cuando el material sea el adecuado.

3.2.6.16. CONDENSACIÓN

Para cada tipo de placa, el agujero de entrada tiene un tamaño fijo que limita la cantidad de fluidos de alto volumen específico (vapores y gases húmedos) que pueden entrar, de modo que este tipo de intercambiadores casi nunca se utilizan en sistemas con gran condensación.

3.2.7. APLICACIONES

Actualmente los intercambiadores de placas están entrando en casi todos los campos de la transferencia de calor. Por sus ventajas son ampliamente utilizados, salvo en aquellas aplicaciones en las que la temperatura, la presión o los caudales son muy elevados.

A continuación se exponen diversos ejemplos de aplicaciones:

- Industria alimentaria. Su facilidad de limpieza y el breve tiempo de residencia de los fluidos en su interior los hace adecuados para cumplir con el requisito de sanidad, básico para esta industria. Ej.: pasteurización de alimentos líquidos, enfriamiento de bebidas para embotellado.
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC). Circuitos cerrados de enfriamiento, máquinas frigoríficas, aislamiento de torres de enfriamiento, ...
- Refrigeración. Enfriamiento de producto por evaporación de refrigerante, condensación del refrigerante.
- Recuperación de calor.
- Industria minera. Utilizados para enfriamiento de soluciones de ácido sulfúrico.
- Industria del acero. Enfriamiento de coladas continuas.
- Industria petrolera. Condensación de hidrocarburos.
- Industria azucarera. Evaporación de jugo de caña.
- Industria petroquímica. Enfriamiento y calentamiento, condensación.
- Industria química. Como condensadores y/o evaporadores.
- Industria aceitera. Enfriamiento y calentamiento de aceite vegetal.
- Industria ligera: enfriamiento de aceite hidráulico, enfriamiento de motores de combustión, enfriamiento de tinas de templado, enfriamiento de líneas de pintura automotriz, etc..

3.2.8. VENTAJAS Y LIMITACIONES

3.2.8.1. VENTAJAS

- Fácil desmontaje. Las operaciones de mantenimiento y limpieza se efectúan de manera más fácil y rápida. Todas las superficies se pueden limpiar fácilmente ya sea por métodos manuales o químicos. Se reducen los tiempos muertos y no se requiere de un equipo especial de limpieza. Los costes de mantenimiento son menores. Esta ventaja es particular de los de tipo junta ya que los intercambiadores de placas soldadas no pueden ser desmontados (por lo menos completamente) y necesitan de métodos de limpieza más complejos.
- Mayor coeficiente global de transferencia, hasta cinco veces superior a los que se pueden conseguir para las unidades de tubo y carcasa.
- Menor área de transferencia. Esta característica es muy valiosa cuando la naturaleza del líquido es corrosiva y se requiere trabajar con materiales de construcción muy caros.
- Tamaño compacto. El peso y el volumen de la instalación son bajos.
- Menor inversión. Hasta un 90% menor en coste como consecuencia de necesitar menor área de transferencia.
- Permiten la aplicación de flujos en contracorriente en la mayoría de las aplicaciones.
- Aproximaciones de temperatura más cercanas. Se puede trabajar incluso con diferencias de temperatura de hasta 1° C, maximizando la posibilidad de recuperación de calor.

- Control de la temperatura. La forma de los canales por los que circulan los fluidos reduce la posibilidad de zonas de retención o estancamiento y sobrecalentamientos locales.
- La simetría de la configuración para ambos fluidos permite predecir de antemano y con toda precisión las caídas de presión y la temperatura. De este modo, se puede calcular con precisión el valor de los coeficientes de transferencia siendo menos necesaria la introducción de “parámetros de incertidumbre”. Además, la simetría de los canales elimina la necesidad de decidir cuál de los fluidos pasará por los tubos y cuál por la carcasa, dado que los lados de la placa son equivalentes.
- Bajo volumen de retención. De un 80 a un 90% menor, lo que genera importantes ahorros cuando se utilizan fluidos costosos, como glicoles y refrigerantes. También es fácil de drenar.
- Poca acumulación de suciedad. Los factores de acumulación son menores que en el caso de tubo y carcasa. Esta característica presenta dos ventajas: menor necesidad de limpieza, y menores resistencias de ensuciamiento que provocan coeficientes de transferencia globales más pequeños.
- Bajo coste de operación, que resulta de la combinación de los elevados coeficientes de transferencia y de la menor acumulación de la suciedad.
- Adaptabilidad y diseño modular. La capacidad puede aumentarse o disminuirse con sólo poner o quitar placas. La modificación de la disposición de las placas permite modificar fácilmente el programa de temperaturas de trabajo e incluso su utilización en distintos procesos. Esta característica no la presentan los termosoldados ya que su desmontaje y ampliación no son posibles. En el caso de los de carcasa y tubo no es fácil adaptarlos a los cambios de la demanda térmica.
- Amplio rango de funcionamiento. Incluso sin la necesidad de modificar el número de placas este tipo de intercambiadores permite un amplio rango de utilización.
- Flexibilidad. Pueden adaptarse y ser utilizados para una diversa gama de fluidos y condiciones, incluyendo fluidos viscosos.

3.2.8.2. LIMITACIONES

- La chapa de metal, esté o no esté ondulada, no es el elemento adecuado para soportar presiones elevadas, de modo que las presiones máximas para los modelos más comunes son de 10 a 15 bar, aunque existen modelos capaces de soportar presiones algo mayores. Este problema no es tan acusado en el caso de los intercambiadores termo-soldados que pueden llegar a soportar presiones que rondan los 30-32 bar. Esto es así gracias a que no tenemos el riesgo de rotura de la junta. Esta es la principal limitación que presentan este intercambiador.
- Los materiales de las juntas son de varios tipos de elastómeros que tienen un límite máximo de temperatura de funcionamiento (para los materiales más usados) es de 140 a 150 °C. Los fluor-elastómeros pueden aumentar ese límite hasta los 180 °C, pero a cambio de un mayor coste. Existen algunos modelos que usan juntas de fibras de amianto comprimido, para los cuales la temperatura límite asciende hasta un máximo de 250 °C. Por el hecho de no llevar estas juntas, los intercambiadores termo-soldados son capaces de aguantar temperaturas superiores a los 140-150 °C de los de tipo junta.
- Debido a los estrechos canales entre placas, la caída de presión a través de un intercambiador de placas es relativamente grande, por lo que es necesario tener en cuenta la inversión y los costes de operación y mantenimiento del sistema de bombeo a la hora de comparar con otros tipos de intercambiadores.
- Los intercambiadores de placas no funcionan correctamente con líquidos que tengan

sólidos de gran tamaño, debido a la pequeña distancia de separación entre las placas. En general el tamaño máximo admisible de los sólidos en suspensión es de 4 a 8 mm. de diámetro, dependiendo del modelo de intercambiador. Este problema es más acusado en los termosoldados debido a su dificultad de desmontaje para proceder a su limpieza.

- No son convenientes para el uso con líquidos tóxicos o altamente inflamables debido a la posibilidad de rotura de las juntas. Los termosoldados no presentan este problema y pueden utilizarse para este tipo de líquidos siempre y cuando el material sea el adecuado.
- Para cada modelo de placa, la boca de entrada tiene un tamaño fijo que limita la cantidad de fluidos de alto volumen específico (vapores y gases húmedos) que pueden entrar al intercambiador, de modo que este tipo de intercambiadores casi nunca se utilizan en servicios con gran condensación.

Aunque aquí se ha incluido mucha información acerca de los intercambiadores de calor de placas, lo más usual es suministrar los datos de los fluidos a tratar con los caudales y temperaturas de tratamiento, y en su caso el área de intercambio necesaria a las casas comerciales que suministran este tipo de equipos, y son dichas casas comerciales las que en base a ello te indican el modelo concreto del intercambiador de placas que te aconsejan para tu aplicación y el número de placas necesarias.

3.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA

3.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA

Son intercambiadores de calor de tubos coaxiales diseñados para el trabajo con productos de viscosidad elevada. Pueden soportar grandes presiones de trabajo en el lado del producto (hasta 40 bar), de forma que cualquier alimento que pueda ser bombeado pueda ser tratado en estos aparatos. Están constituidos por dos tubos concéntricos, puestos casi siempre en posición vertical. El producto circulará por el espacio central, mientras que el fluido calor portador lo hará en contracorriente por el anular entre los 2 tubos que toma la forma de una camisa de calefacción. En el espacio central se dispone de un rotor que monta una serie de palas solidarias que consiguen mantener en continua agitación al producto evitando además de que produzcan depósitos en la superficie de intercambio. Estos cambiadores pueden montarse con diferentes tipos de rotores para ajustar su trabajo a distintos productos y aplicaciones. Los rotores más pequeños permiten el trabajo con las partículas de 25mm, mientras que los de mayor diámetro dan lugar a tiempos de residencia menores y mejoran el rendimiento térmico al reducir el espesor del producto.

a) Aplicaciones:

Este tipo de equipos se utilizan como intercambiadores para calentamiento o enfriamiento simples, pero también como pasteurizador o esterilizador de platos cocinados u otros productos a granel; como cristalizador, preferentemente para la crioconcentración; o como evaporador de productos viscosos. Se usa en materiales que tienen viscosidades tan altas como 1000 Pa s, se dispone de diseños especiales. Se destinan a los productos viscosos, en concreto a productos pastosos: purés, concentrados de jugo de tomate, helados, etc. Los intercambiadores de calor de superficie raspada tienen aplicaciones en alimentos para calentamiento, enfriamiento, cristalización, atemperado, esterilización, pasteurización, polimerización y gelatinización.

b) Conformación

Los intercambiadores de calor de superficie raspada están conformados por un conjunto de tubos largos que tienen una superficie externa escarpada, los tubos se encuentran encaquetados dentro de una coraza metálica y colocados junto a un rotor de hélices (hojas o cuchillas) que giran mediante una flecha raspando la pared, moviéndose a baja velocidad para impulsar el fluido más denso a través de todo el intercambiador, minimizando de esta manera los problemas de obstrucción y mejorando las velocidades de transferencia de calor, aprovechándose de esta manera el efecto combinado de turbulencia mecánica inducida, reacción de película y mezclado del producto. La resistencia de la película viscosa es ampliamente reducida por el raspado o limpiado de la pared de transferencia. Al mismo tiempo, la caída de presión ya que la sección transversal disponible al flujo es considerablemente grande.

c) Operación

El funcionamiento del intercambiador de calor de superficie raspada consiste esencialmente en un tubo dentro de otro tubo como se mencionó con anterioridad. El vapor fluye por un espacio entre los dos tubos en tanto que el alimento pasa por el tubo interior. El tubo interior también está provisto por un eje giratorio (también llamado mutador, rotapro, rotor o dasher) equipado con cuchillas raspadoras para prevenir que el alimento se adhiera y se queme sobre la superficie del cambiador de calor. En contacto con la superficie caliente, la capa delgada de alimento puede alcanzar la temperatura de esterilización en un segundo o menos. Esta esterilización se realiza a temperaturas extremadamente altas, tal como 1-2 s, a 149°C. Después hay que enfriar rápidamente el alimento estéril, ya que a temperaturas tan altas la calidad del producto puede ser dañada en segundos. El enfriamiento rápido puede lograrse por medio de los mismos tipos de intercambiadores de calor utilizados ahora con refrigerantes en lugar de vapor.

Existen dos tipos diferentes de operación de intercambiadores de calor de superficie raspada:

- * Cuando el intercambiador de calor es completamente llenado con el líquido que está siendo enfriado o calentado.
- * Cuando el líquido fluye como una película sobre la pared del intercambiador de calor. Este equipo es utilizado para procesos tales como la evaporación y deodorización.

Para el intercambiador descrito en el primer punto, son útiles en la industria de alimentos en operaciones de: cocimiento, enfriamiento y cristalización (margarina, helado de crema y jugo de naranja concentrado), gelificación, esterilización (alimento para bebe), pasteurización (huevos y flan), caramelización (leche condensada), emulsificación y polimerización. El producto líquido viscoso fluye a velocidad baja por el tubo central entre el eje giratorio y el tubo interno. Los raspadores giratorios desprenden continuamente las acumulaciones superficiales evitando así sobrecalentamientos localizados y permitiendo una transferencia de calor más rápida y uniforme.

Las suspensiones de sólidos en líquidos, las soluciones acuosas y orgánicas viscosas, y numerosos productos alimenticios, tales como margarina y concentrados de jugo de naranja, suelen enfriarse o calentarse en un intercambiador de superficie raspada. Este equipo consta de un intercambiador de tubo doble con un cilindro encaquetado que contiene el vapor de agua o el líquido de enfriamiento y un eje interno al cual se acoplan las láminas raspadora.

El producto líquido viscoso fluye a velocidad baja por el tubo central en el eje giratorio y el tubo interno. Los raspadores giratorios desprenden continuamente las acumulaciones superficiales, evitando así sobrecalentamientos localizados, y permitiendo una transferencia de calor más rápida y uniforme.

El intercambiador de calor de superficie raspada (ilustración 44) está diseñado para calefacción y refrigeración de productos viscosos, pegajosos y grumosos y para la cristalización de los productos. Todos los productos que pueden ser bombeados también pueden ser tratados.

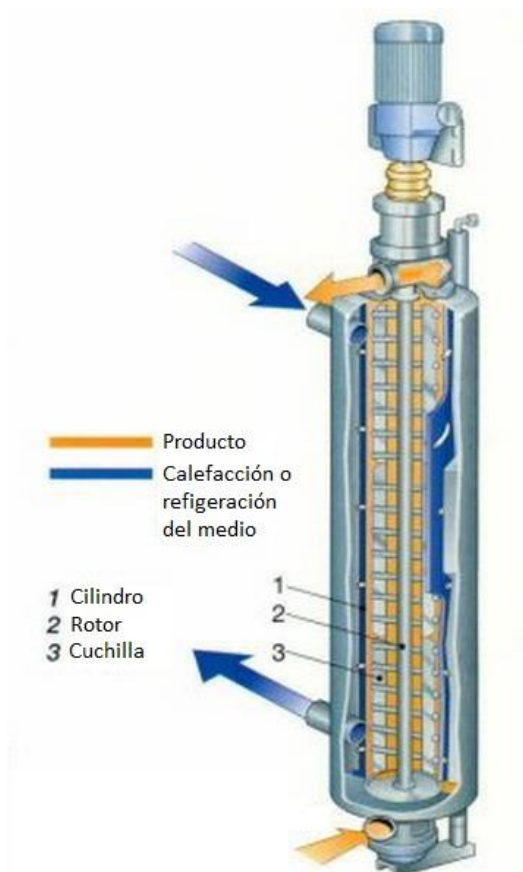


Ilustración 44: Intercambiador de calor de superficie raspada tipo vertical

Un intercambiador de calor de superficie raspada se compone de un cilindro (1) a través del cual se bombea el producto en flujo en contracorriente con el medio de servicio en la camisa que rodea. Rotores intercambiables (2) de diferentes diámetros y configuraciones de perno / cuchilla (3) variables permiten la adaptación a las diferentes aplicaciones. Rotores de menor diámetro permiten que las partículas más grandes pasen a través del cilindro, mientras que los rotors de mayor diámetro resultan en más corto tiempo de residencia y un rendimiento térmico mejorado.

El producto entra en el cilindro vertical a través del orificio inferior y continuamente fluye hacia arriba a través del cilindro. En el proceso de puesta en marcha, todo el aire está completamente purgado por delante del producto, lo que permite una cobertura completa y uniforme de la superficie de calentamiento o enfriamiento del producto.

Las cuchillas giratorias continuamente eliminan el producto de la pared del cilindro (ilustración 45), para asegurar la transferencia de calor uniforme para el producto. Además, la superficie se mantiene libre de depósitos.

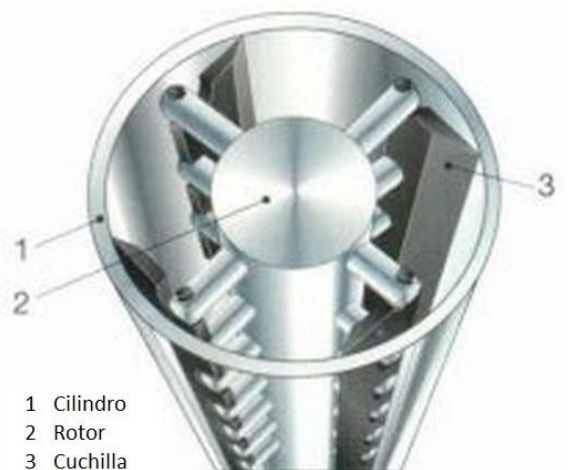


Ilustración 45: Sección a través de un intercambiador de calor de superficie raspada

El producto sale del cilindro a través del orificio superior. El flujo del producto y velocidad del rotor se varían para adaptarse a las propiedades del producto que fluye a través del cilindro.

En la parada, gracias al diseño vertical, el producto pueden ser desplazados por agua con entremezcla mínima cual ayuda a asegurar la recuperación del producto al final de cada corrido, Después de esto, el drenaje completo facilita la CIP y el cambio de producto.

Como se mencionó anteriormente, el rotor y las cuchillas son intercambiables, una operación que es posible debido a la elevación hidráulica automática que facilita subir y bajar el conjunto de rotor / cuchilla (ilustración 46)

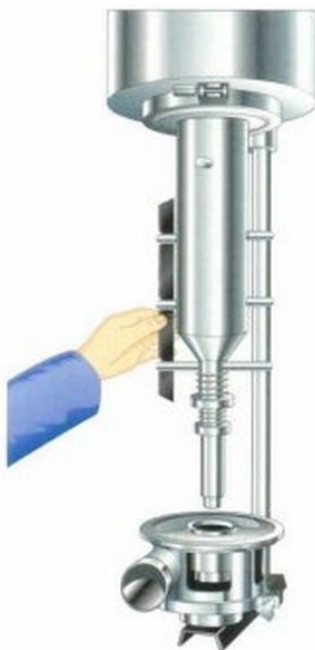


Ilustración 46: Eliminación de las hojas del conjunto del rotor en posición baja

Los productos típicos tratados en el intercambiador de calor de superficie raspada son mermeladas, dulces, aderezo, chocolate y mantequilla de cacahuete. También se utiliza para las grasas y aceites para la cristalización de margarina y mantecas, etc. El intercambiador de calor de superficie raspada también está disponible en versiones diseñadas para el procesamiento aséptico.

Dos o más intercambiadores de calor de superficie raspada de tipo vertical, se pueden vincular en serie o en paralelo para ofrecer una mayor superficie de transferencia de calor en función de la capacidad de procesamiento requerida.

d) Ventajas y desventajas

Ventajas

Los intercambiadores de calor de superficie raspada se siguen usando comúnmente debido a sus ventajas. Éstos pueden operar a muy altas temperaturas y se usan comúnmente con líquidos más viscosos como la margarina, las mermeladas, las salsas y el helado. Los SEEH pueden procesar material particulado mejor que los otros tipos de intercambiadores térmicos, que no tienen la capacidad o que tienen dificultad para manipular productos con partículas. La rotación continua de las cuchillas rascadoras también permite una mayor transferencia de calor y un menor agotamiento.

Desventajas

Una de las desventajas de los intercambiadores de calor de superficie raspada es su alto costo inicial y operativo en comparación de otros tipos de intercambiadores térmicos. Debido a que el eje mutador está hecho de partes mecánicas, genera mayores gastos de operación y de mantenimiento. También puede haber problemas con el uso de la punta de las cuchillas rascadoras y la posibilidad de formación de burbujas de gas debido al flujo de líquidos generado por la cuchilla.

3.4. SISTEMA DE FILTRACION

La filtración es una técnica general de separación de dos fases: una sólida y otra líquida, haciendo pasar esta suspensión a través de un material poroso que constituye el filtro, donde se retiene la fase sólida, y dejando fluir a su través el líquido, que sale con un mayor o menor grado de limpieza en función del material filtrante utilizado. Por lo tanto un filtro es un aparato formado por un soporte permeable sobre el que se dispone de una capa filtrante, y de un sistema mecánico más o menos complejo, que asegura la circulación a presión constante del líquido turbio y también la evacuación del mismo líquido filtrado y limpio.

- Suspensión sólido-líquido: líquido turbio o de alimentación.
- Líquido obtenido: filtrado o permeado.
- Material poroso: medio filtrante.
- Sólidos retenidos: retenido o torta.
- Mecanismo que soporta el material poroso y que posibilita la filtración: filtro.

El estudio de la filtración comprende el conocimiento de los siguientes aspectos: teoría y leyes de la filtración, factores que intervienen en la filtración de los vinos, tipos de filtros y sus materiales filtrantes, y aspectos cualitativos de los vinos filtrados.

Teoría de la filtración

La filtración es una operación que puede ser medida de una manera teórica por medio de una serie de leyes físicas, que pueden adaptarse con mayor o menor facilidad a los distintos tipos de filtraciones, los cuales obedecen a diferentes mecanismos de filtración en función del tipo de materia filtrante utilizado.

Leyes de la filtración

En todos los sistemas de filtración e independientemente del medio filtrante utilizado, la resistencia que se debe vencer para obedecer un retenido y un permeado, se puede cuantificar en términos diferenciales de presión (ΔP) y dependientes de los siguientes tres factores:

- ΔP_f : resistencia del filtro como tal, cuantificable en pérdidas de carga de tuberías, codos, válvulas, etc.
- ΔP_t : resistencia de la torta o turbios retenidos en la materia filtrante, considerados solos o mejorados por coadyuvantes de filtración en el caso de aluvionado.
- ΔP_m : resistencia del medio de filtración.

Despreciando ΔP_f por su escasa cuantía, resulta entonces lo siguiente:

$$\Delta P = \Delta P_t + \Delta P_m$$

Resistencia de la torta o turbios de filtración (ΔP_t)

$$\Delta P_t = \frac{(\alpha \cdot n \cdot w \cdot V)}{A^2} \cdot (dV/dt)$$

α : Resistencia específica de la torta.

n : viscosidad del líquido.

w : masa de sólidos depositados por unidad de volumen filtrado.

dV/dt : velocidad o volumen filtrado por unidad de tiempo

A : superficie de la materia filtrante.

$$\alpha = \frac{5 \cdot (1-X) \cdot S_o^2}{x^3 \cdot ds}$$

x : porosidad

S_o : área superficial específica de las partículas sólidas de la torta.

ds : densidad de los sólidos.

Cuando los sólidos son indeformables, el valor de ΔP_t no varía en la profundidad de la torta o incompresibles, mientras que si fueran deformables, entonces ΔP_t varía en el espesor de la torta o compresible.

Resistencia del medio filtrante (ΔP_m)

$$\Delta P_m = \frac{R_m \cdot n}{A} \cdot (dV/dt)$$

R_m : Resistencia del medio de filtración.

n : viscosidad del líquido.

dV/dt : velocidad o volumen filtrado por unidad de tiempo.

A: superficie de la materia filtrante.

Ecuación de la filtración

$$\Delta P = \Delta P_t + \Delta P_m = \frac{n}{A} \left(\frac{(\alpha \cdot w \cdot V)}{A} + Rm \right) \frac{dV}{dt}$$

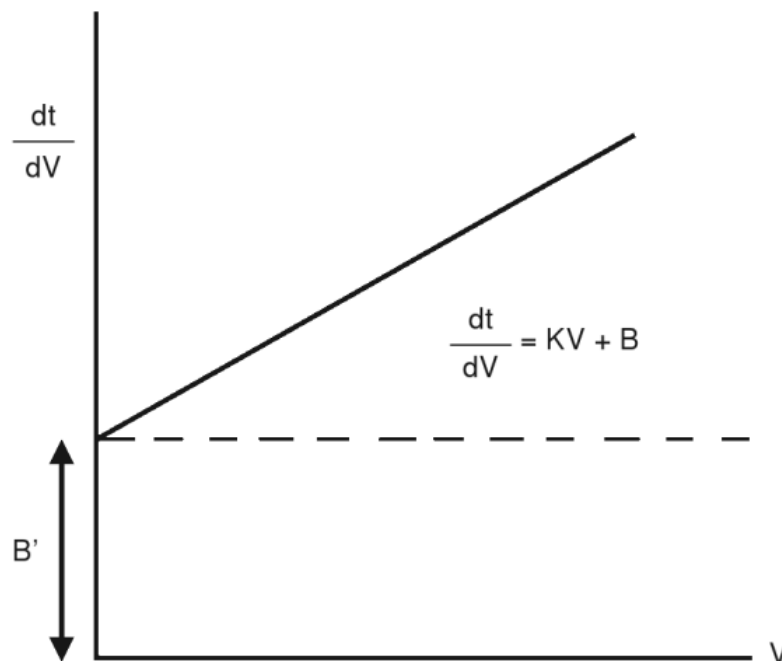
$$\frac{dV}{dt} = \frac{A \cdot \Delta P}{n \cdot \left(\frac{(\alpha \cdot w \cdot V)}{A} + Rm \right)}$$

En el caso de una filtración a presión constante ($\Delta P = P$), resulta entonces lo siguiente:

$$t = \frac{n}{\Delta P} \left(\frac{\alpha \cdot w \cdot V^2}{2 \cdot A} + Rm \frac{V}{A} \right)$$

$$K = \frac{\alpha \cdot w \cdot n}{A^2} \text{ y } B = \frac{Rm \cdot n}{A} \text{ resulta entonces: } dt/dV = K \cdot V + B$$

Donde se observa que a presión constante a mayor tiempo de filtración, mayor es el volumen de líquido filtrado.



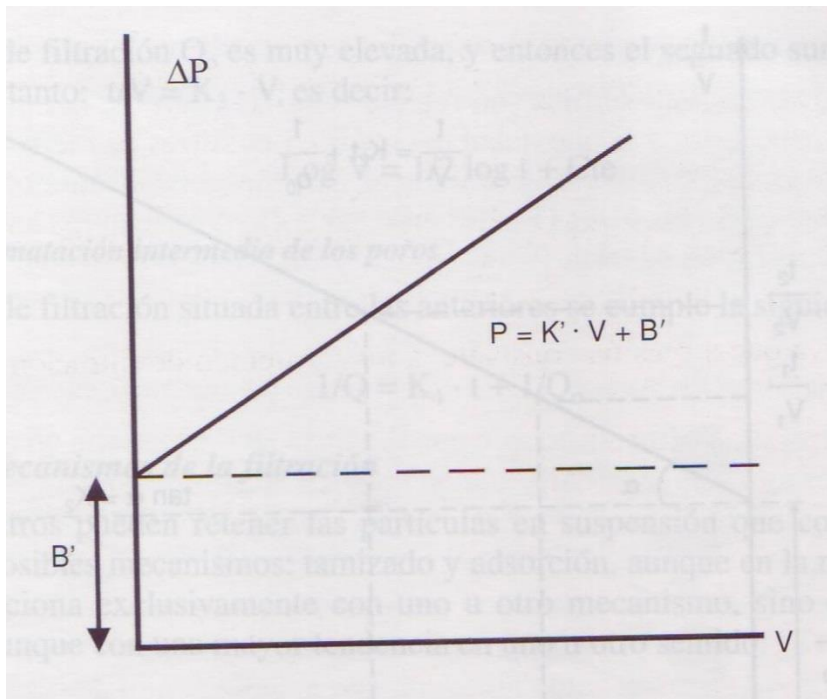
En el caso de una filtración a velocidad constante ($dV/dt = V/t$), resulta entonces lo siguiente:

$$\frac{V}{t} = \frac{A \cdot \Delta P}{n \cdot \left(\frac{(\alpha \cdot w \cdot V)}{A} + Rm \right)}$$

$$\Delta P = \left(\frac{n \cdot \alpha \cdot w \cdot V}{A^2 \cdot t} + \frac{n \cdot V \cdot Rm}{A \cdot t} \right)$$

$$K' = \frac{n \cdot \alpha \cdot w \cdot V}{A^2 \cdot t} \text{ y } B' = \frac{n \cdot V \cdot Rm}{A \cdot t} \text{ resulta entonces: } dt/dV = K' \cdot V + B'$$

Donde se observa, que a velocidad de filtración constante, y a mayor diferencial de presión, mayor es el volumen de líquido filtrado.



De manera más resumida, la ecuación de filtración se puede expresar también por la ley de Poiseuille, donde el caudal de filtración es directamente proporcional a la superficie y presión de filtración, e inversamente proporcional al espesor de la capa filtrante, como sigue:

$$Q = dV/dt = \frac{A \cdot \Delta P \cdot \beta}{\eta \cdot E} = K \frac{A \cdot \Delta P}{E}$$

Q: caudal de filtración.

A: superficie de filtración.

ΔP: presión diferencial.

β: permeabilidad del filtro.

η: viscosidad del líquido.

E: espesor de la materia filtrante.

Filtración con colmatación brusca de los poros

El filtro se comporta como un conjunto de tubos capilares, los cuales se obturan individualmente de manera progresiva. En este caso la filtración está regida por la siguiente ecuación, correspondiendo a una recta donde la variación del caudal depende del volumen filtrado:

$$Q = -K_1 \cdot V + Q_0$$

Q: caudal de filtración en el tiempo t.

V: volumen filtrado en el tiempo t.

Q₀: caudal inicial en el instante t₀.

El volumen máximo filtrado (V_{\max}) se alcanza cuando el valor de Q es nulo, es decir:

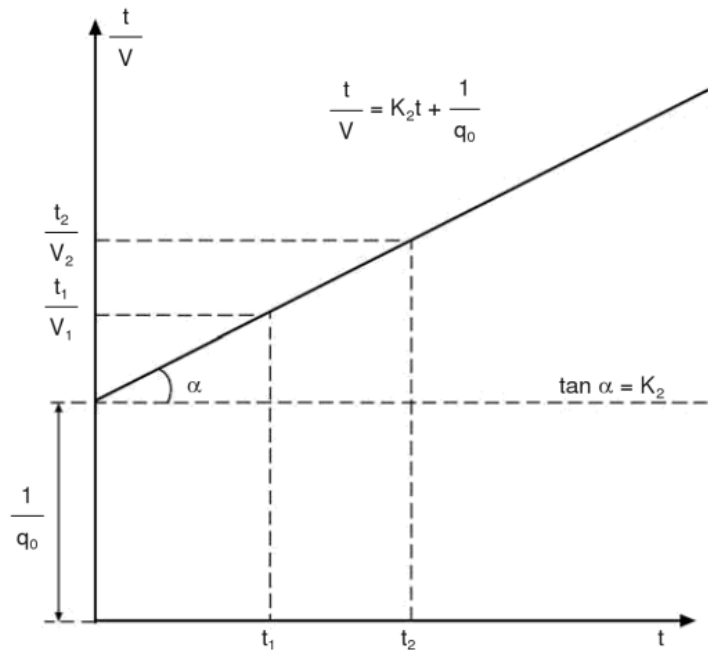
$$V_{\max} = Q_0 / K_1$$

Filtración con colmatación progresiva de los poros

Los turbios se depositan en el interior de los poros provocando una colmatación progresiva de los mismos, rigiéndose la filtración por la siguiente ecuación, asimilándose a las filtraciones por placa o por membrana:

$$t/V = K_2 \cdot t + 1/Q_0$$

$$1/V = K_2 + 1/Q_0 \cdot t$$



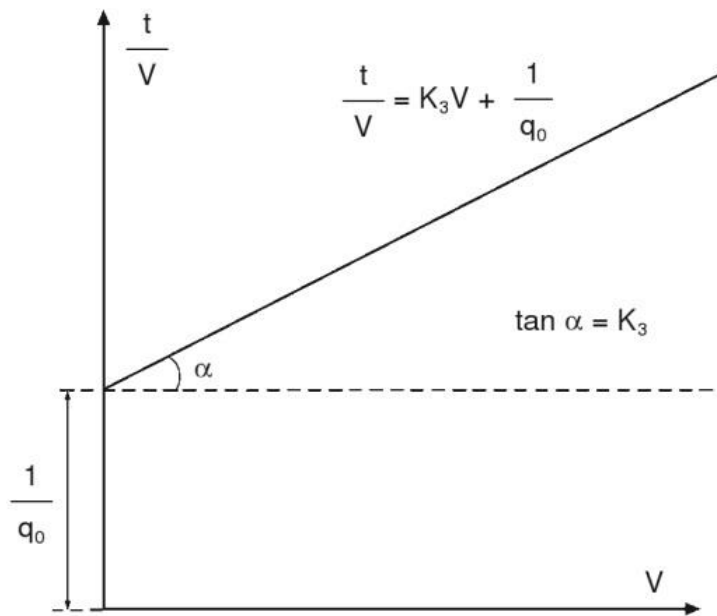
Cuando el tiempo (t) tiende hacia el infinito, el segundo sumando se hace cero y el valor de la velocidad de filtración es: $V = 1/K_2$, que corresponde a la cotangente del ángulo α . Pudiéndose entonces determinar el volumen máximo filtrado (V_{\max}) hasta la colmatación como:

$$V_{\max} = \frac{t_2 - t_1}{\frac{t_2}{V_2} - \frac{t_1}{V_1}}$$

Filtración de aluvionado

Los turbios se depositan sobre la capa filtrante, aumentando de espesor progresivamente a lo largo de la filtración, respondiendo la misma a la siguiente ecuación:

$$t/V = K_3 \cdot V + 1/Q_0$$



En este tipo de filtración Q_0 es muy elevada, y entonces el segundo sumando tiende al valor de cero, y por lo tanto: $t/V = K_3 \cdot V$, es decir:

$$\log V = \frac{1}{2} \log t + Cte$$

Filtración con colmatación intermedia de los poros

En este tipo de filtración situada entre las anteriores se cumple la siguiente ecuación:

$$1/Q = K_4 \cdot t + 1/Q_0$$

3.4.1. MECANISMOS DE LA FILTRACIÓN

Todos los filtros pueden retener las partículas en suspensión que contienen los líquidos invocando dos posibles mecanismos: tamizado y adsorción, aunque en la realidad ningún material filtrante funciona exclusivamente con uno u otro mecanismo, sino que lo hacen de una manera mixta, aunque con una mayor tendencia en uno u otro sentido.

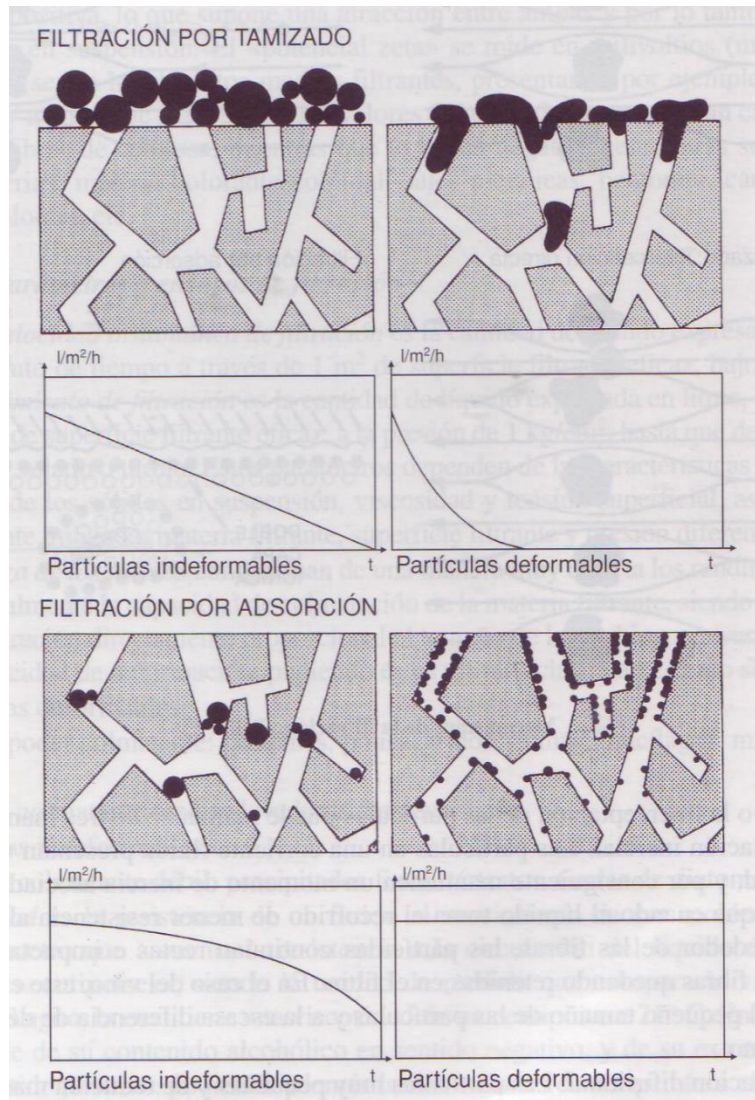


Ilustración 47: Mecanismos de la filtración

3.4.1.1. MECANISMO DE TAMIZADO

Mediante este mecanismo, los turbios son retenidos en la superficie del medio filtrante por diferencia de tamaño entre estos y la porosidad del medio. Los filtros de membrana de tipo amicróbico son los que mejor responden a la definición de este mecanismo, aunque también funcionan de este modo otros, como las tierras en ciclo corto o incluso los antiguos lechos filtrantes de amianto en los filtros de torta.

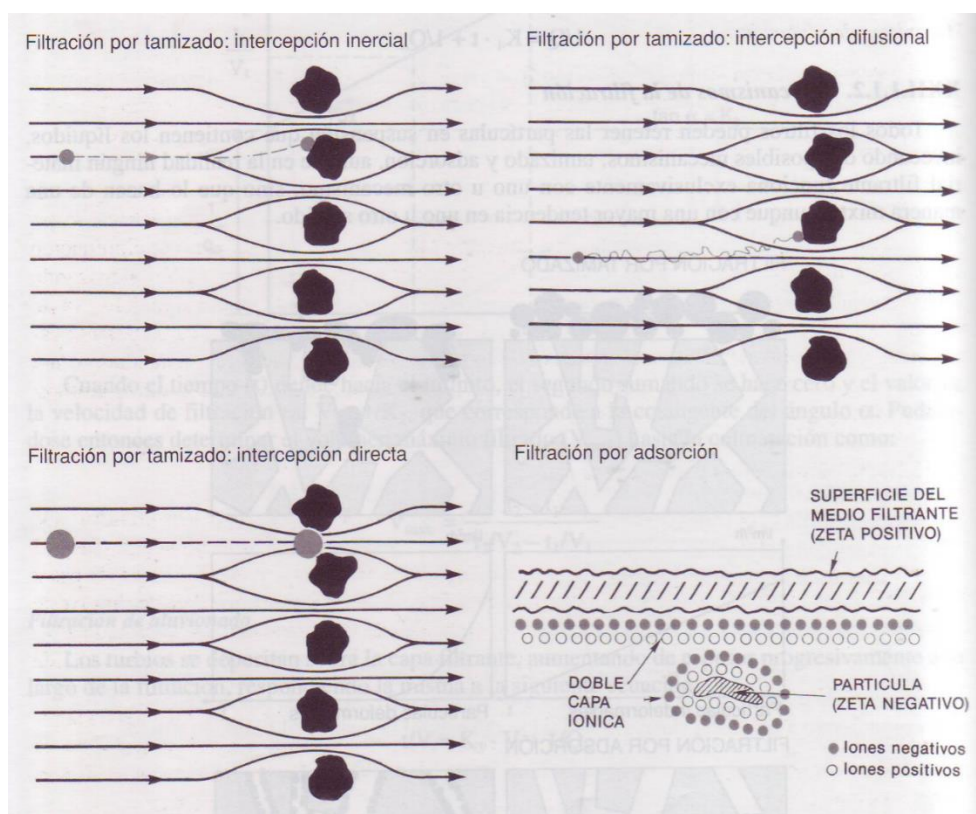


Ilustración 48: Mecanismos de la filtración

El tamizado o la interceptación de las partículas puede realizarse de tres maneras distintas:

- Interceptación inercial. Las partículas en una corriente fluida presentan una masa y una velocidad, y por consiguiente mantienen un momento de inercia asociado a ellas; de tal manera, que cuando el líquido toma el recorrido de menor resistencia al flujo, desviándose alrededor de las fibras, las partículas continúan rectas e impactan directamente sobre las fibras quedando retenidas en el filtro. En el caso del vino, este efecto se atenúa, debido al pequeño tamaño de las partículas y a la escasa diferencia de densidad de estas con el vino.
- Interceptación difusional. Las partículas muy pequeñas y de reducida masa se mueven al azar por el “movimiento browniano”, haciendo que se desvíen de las líneas de flujo, aumentando de este modo las posibilidades de ser interceptadas por las fibras del filtro. En los líquidos este efecto es también muy reducido, pero en la de los gases puede ser muy importante.
- Interceptación directa. Las partículas son retenidas simplemente por poseer un tamaño superior al espacio resultante entre las fibras del filtro, aunque también se pueden interceptar partículas más pequeñas por el llamado “efecto puente”, donde se superponen entre sus bordes o con las mismas partículas.

3.4.1.2. MECANISMO DE ADSORCIÓN

El mecanismo de adsorción o de acción física retiene los turbios en profundidad, es decir en todo el espesor del medio filtrante, por medio de una diferencia de carga eléctrica entre los sólidos y el medio filtrante, pudiendo poseer los turbios un tamaño inferior al del espacio resultante entre las fibras. Este efecto de adsorción se conoce con el nombre de potencia “zeta”, donde las partículas en suspensión presentan generalmente una carga superficial negativa asociada y resultante de la doble capa iónica formada en su superficie, mientras que la carga eléctrica de las fibras suele ser positiva, lo que supone una atracción entre ambas y

por lo tanto la eliminación de las partículas en suspensión. El “potencial zeta” se mide en milivoltios (mV), alcanzando valores variables según los distintos medios filtrantes, presentando por ejemplo la celulosa un valor de +40 mV a un pH de 3,2 a 3,4. A los valores del pH del vino, presentan carga positiva las proteínas y las fibras de celulosa, mientras que lo hacen negativamente otras sustancias como: levaduras, bacterias, materia colorante coloidal, sales metálicas, bentonita, carbones, taninos, gomas, sílice coloidal, etc.

3.4.2. PARÁMETROS Y ENSAYOS DE FILTRACIÓN

El aforo o velocidad instantánea de filtración es la cantidad de líquido expresada en litros, que fluye en un minuto de tiempo a través de 1m^2 de superficie filtrante eficaz, bajo la presión de 1 kg/cm^2 . El rendimiento de filtración es la cantidad de líquido expresada en litros, que puede pasar a través de 1m^2 de superficie filtrante eficaz, a la presión de 1 kg/cm^2 , hasta que deje de fluir o este comience a salir velado o turbio. Estos parámetros dependen de las características del líquido a filtrar: naturaleza de los sólidos en suspensión, viscosidad y tensión superficial, así como también del medio filtrante utilizado: material filtrante, superficie filtrante y presión diferencial.

La naturaleza de los turbios condicionan de una manera muy directa los rendimientos de la filtración y especialmente la capacidad de colmatación de la materia filtrante, siendo generalmente la velocidad de filtración directamente proporcional al tamaño de los turbios, e inversamente proporcional a su capacidad de deformación, pudiendo estos últimos clasificarse como sigue:

- Partículas deformables:
 - ✓ Gran poder colmatante: proteínas, polisacáridos, gomas, mucilagos, materia colorante, etc.
 - ✓ Poder colmatante medio: levaduras, bacterias, etc.
- Partículas indeformables:
 - ✓ Poder colmatante débil: precipitados finos, tartratos, tierras de diatomeas, etc.

La viscosidad es la resistencia de un fluido al movimiento de sus moléculas entre ellas, siendo un parámetro que aumenta la resistencia a la circulación del líquido dentro del filtro, midiéndose en “centipoises”, siendo la unidad de medida que compara la viscosidad de un fluido con la del agua, la cual tiene una viscosidad de un centipoise a 21°C . En los vinos la viscosidad depende de su contenido alcohólico en sentido negativo, y su extracto y riqueza en azúcares en sentido positivo, pudiendo además las variaciones de temperatura afectar a la viscosidad, de tal manera que ésta se reduce cuando la temperatura aumenta.

La superficie filtrante es otro factor que afecta al aforo y al rendimiento de la filtración, produciéndose un interesante efecto de multiplicación de estos factores en el siguiente sentido: cuando se dobla la superficie de filtración, se multiplica por cuatro su ida o el rendimiento del filtro. Otro aspecto importante de la materia filtrante es su “volumen vacío” o la relación existente entre el diámetro de las fibras y el tamaño de los poros situados entre estas, que condicionan la capacidad de retención y por tanto el aforo y el rendimiento del filtro.

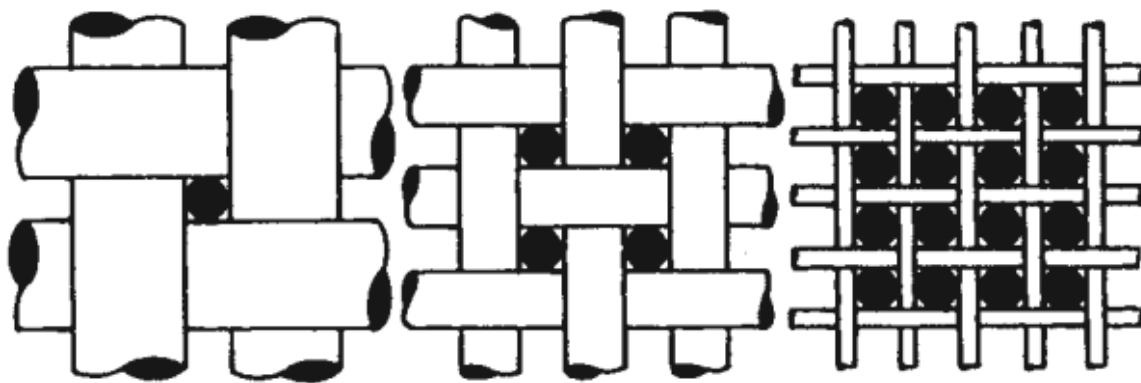


Ilustración 49: "volumen vacío" de un medio filtrante

La porosidad de las superficies filtrantes es un parámetro que debe ser definido para conocer exactamente la capacidad de retención de las partículas por el filtro, presentando este valor una importancia, sobre todo en los filtros de tamizado y especialmente en los de tipo amicróbico, donde un adecuado tamaño de sus poros determina la garantía de la estabilidad biológica del vino filtrado. El llamado "grado nominal" es un valor en micras arbitrario asignado por el fabricante de filtros, basado en la retención de algunos porcentajes de partículas de un tamaño dado o mayor, donde se asegura la retención de una elevada cantidad de turbios de ese tamaño, por ejemplo del 98 por 100, existiendo un 2 por 100 restante donde estas condiciones no se cumplen.

El "grado absoluto" determina con mayor exactitud la porosidad de una materia filtrante, y viene definido como el diámetro de la partícula esférica rígida más grande que puede pasar por el filtro, bajo condiciones de prueba específicas, indicando de este modo la abertura más grande que posee el medio filtrante. Para determinar el "grado absoluto" de una materia filtrante se puede utilizar el método de la "razón β " donde este valor se define como:

$$\beta = \frac{\text{Número de partículas de un tamaño dado y mayores en el influente}}{\text{Número de partículas de un tamaño dado y mayores en el efluente}}$$

| <i>Valor de β</i> | <i>% de eliminación</i> |
|------------------------------------|-------------------------|
| 0 | 0 |
| 50 | 50 |
| 90 | 90 |
| 99 | 99 |
| 1000 | 99,9 |
| 10000 | 99,99 |
| 100000 | 9,999 |

$$\text{Eficacia de filtración (\%)} = \frac{\beta - 1}{\beta} \cdot 100$$

Normalmente se puede utilizar un β de 5000 a 10000 como definición operacional de un grado absoluto. Los valores de β permiten comparar las eficacias de filtración con diferentes tamaños de partículas para diferentes cartuchos de membrana de forma significativa.

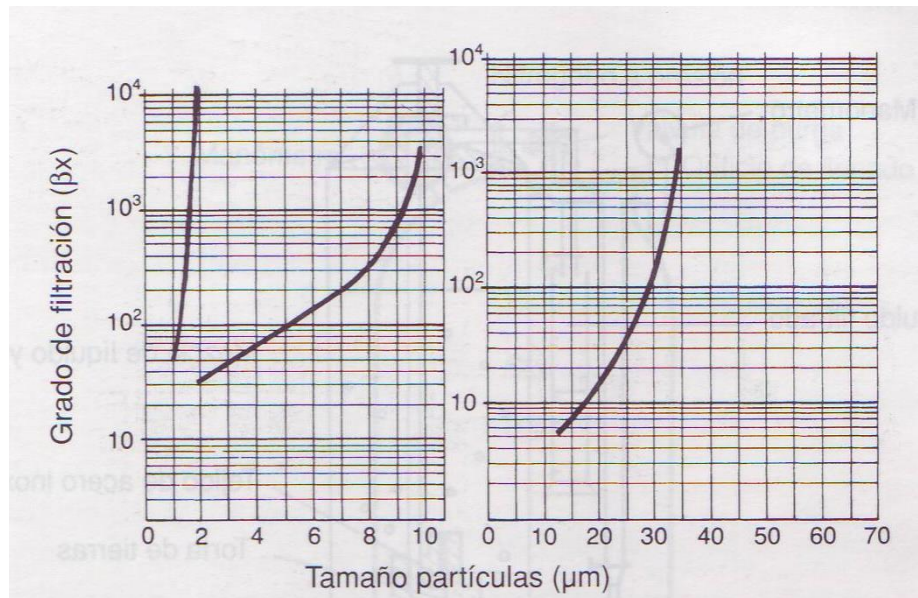


Gráfico 9: Curvas β características de diferentes cartuchos filtrantes.

La presión del filtro, o mejor dicho la diferencia de presión entre la de la entrada y la de la salida, condiciona la velocidad de filtración, aumentándola cuando la presión se eleva, hasta llegar a ciertos límites donde la presión no se puede superar por ocasionar problemas de resistencia y estabilidad de las diferentes materias filtrantes. La presión debe ser constante para evitar movimientos bruscos del vino o “golpes de ariete”, siendo generalmente suministrada por medio de una bomba centrífuga o de tornillo de desplazamiento positivo, y a menudo de presión y de caudal regulables.

La capacidad de colmatación es otro parámetro de la filtración, donde define la propiedad que presenta un líquido turbio: mosto o vino, para obstruir una determinada materia filtrante. Para ello es necesario conocer antes de realizar la filtración la capacidad que tiene un líquido de colmar los filtros pudiéndose entonces elegir el sistema de filtración más adecuado para cada caso, y especialmente cuando se utilizan medios filtrantes de alto valor, como en el caso de las membranas amicróbicas o de corte molecular inferior.

La determinación de los índices de colmatación permite evaluar de una manera muy exacta el comportamiento de los líquidos antes de su filtración, utilizado para ello un instrumental de laboratorio específico, pudiéndose aplicar a los sistemas de filtración por tierras, o a los de placas, y sobre todo a los de membrana de carácter amicróbico.

- Filtración por tierras. Utilizando un filtro de laboratorio de unos cuatro litros de capacidad, que contiene una suspensión de tierras y vino, se puede hacer pasar por una superficie filtrante de 4 a 20 cm² a una determinada presión: pudiendo calcularse dos o tres puntos de la recta $\text{Log } V = \frac{1}{2} \text{Log } t + \text{cte}$, que en función de la superficie filtrante utilizada, se puede trazar una recta en papel logarítmico, donde se representa el comportamiento de la filtración.
- Filtración por placas. La colmatación de las placas se produce de una manera progresiva, utilizando un dispositivo de filtración de laboratorio, se puede calcular el volumen máximo filtrable (V_{max}) aplicando la expresión:

$$V_{\text{max}} = \frac{t_2 - t_1}{\frac{t_2}{V_2} - \frac{t_1}{V_1}}$$

Presión: 0,5 bar

$t_1 = 1$ hora

$t_2 = 2$ horas

$V_1 =$ volumen filtrado en 1 hora

$V_2 =$ volumen filtrado en 2 horas

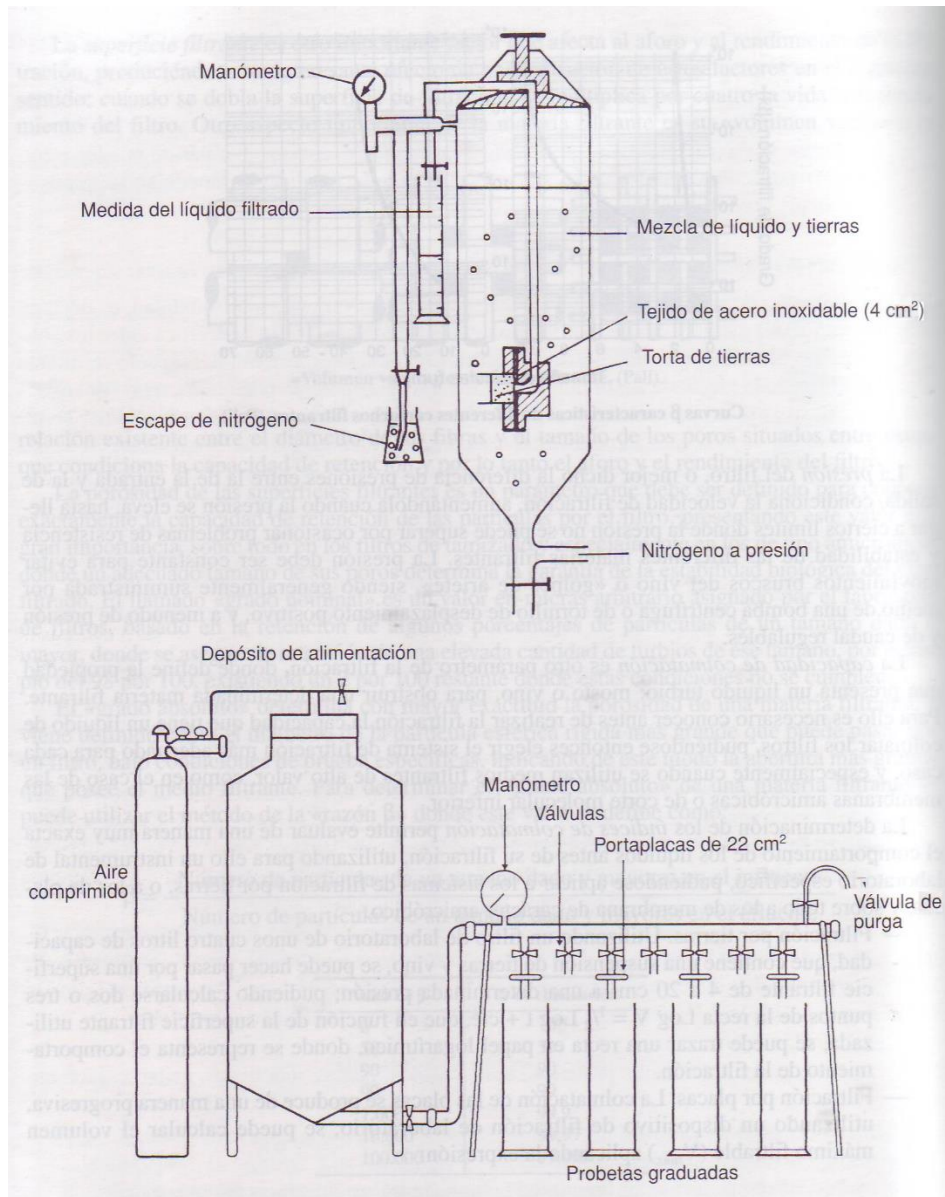


Ilustración 50: Filtros de laboratorio

Para conocer un ciclo real de filtración de 6 a 10 horas, se puede construir recta con ayuda de tres puntos o más, donde se puede extrapolar la variación de V en el tiempo.

- Filtración por membrana. El cálculo del índice de colmatación de vino puede ser realizado de diversas formas:

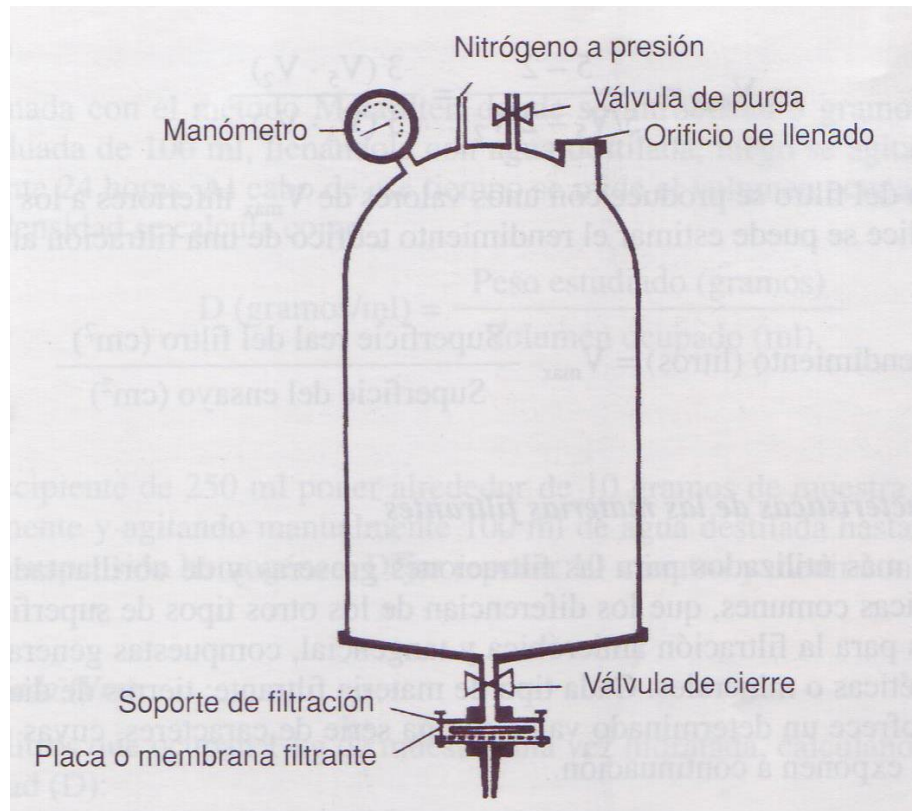


Ilustración 51: Filtro de laboratorio

- Índice de Ribéreau-Gayon (IRG). Es la diferencia de tiempo existente en hacer pasar 50 ml de vino, antes y después de filtrar 500 ml del mismo vino, a través de un medio filtrante de 4,5 cm de diámetro y bajo la presión de 50mm de mercurio.

$$IRG = T_{50} - T'_{50} = (T_{560} - T_{510}) - T_{50}$$

- Índice de Laurenty (IL). Es la diferencia de tiempo que tardan en pasar 200 y 400 ml de vino, bajo la presión de 2 bar, a través de una membrana de 3,9 cm² de superficie y de 0,65µm de diámetro de poro; debiendo alcanzarse un valor inferior a 20 para los vinos blancos, 30 para los vinos tintos y 50 para los vinos licorosos o dulces naturales.

$$IL = T_{400} - 2 \cdot T_{200}$$

- Índice de Descout (ID). Basado en el anterior método, determinando además un valor de tiempo intermedio en los 300 ml, debiendo resultar este índice superior a 30.

$$ID = ((T_{400} - T_{300}) - (T_{300} - T_{200})) \cdot 2$$

- Índice de Geoffrey y Perin (IGP).

$$IGP = T_{100} - 2 \cdot T_{50}$$

- Índice de Meglioli (IM).

$$IM = (T_{600} - T_{200}) - 2 \cdot (T_{400} - T_{200})$$

- Test de filtrabilidad V_{\max} de Gaillar. Consiste en medir los volúmenes de líquido filtrado a los dos minutos (V_2) y a los 5 minutos (V_5), bajo la presión de 1 bar y sobre una membrana porosa de 0,65 μm y de 25 mm de diámetro.

$$V_{\max} = \frac{5 - 2}{\frac{5}{V_5} - \frac{2}{V_2}} = \frac{3(V_5 \cdot V_2)}{5(V_2 \cdot V_5)}$$

La colmatación del filtro se produce con unos alores de V_{\max} inferiores a los 2500 a 4000. A partir de este índice se puede estimar el rendimiento teórico de una filtración amicróbica.

$$\text{Rendimiento (litros)} = V_{\max} = \frac{\text{Superficie real del litro } \text{cm}^2}{\text{Superficie del ensayo } \text{cm}^2}$$

3.4.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS FILTRANTES

Los materiales más utilizados para las filtraciones groseras y de abrillantado, poseen una serie de características comunes, que los diferencian de los otros tipos de superficies filtrantes, como las utilizadas para la filtración amicróbica y tangencial, compuestas generalmente a base de membranas sintéticas o minerales. Cada tipo de materia filtrante: tierras de diatomeas, perlitas, celulosas, etc., ofrece un determinado valor de una serie de caracteres, cuyas definiciones y determinaciones se exponen a continuación.

Humedad (H)

El contenido en humedad de una materia filtrante se evalúa pesando 2 gramos de muestra, sometiéndola a una desecación de 3 horas a una temperatura de 106°C, y luego pesándola de nuevo (P gramos).

$$H (\%) = \frac{2 - P}{2} \cdot 100$$

Perdida a calcinación (PC)

La pérdida a calcinación es una determinación que se le realiza sobre materias filtrantes minerales, como las tierras fósiles o las perlitas, donde se pesan 2 gramos de material filtrante, sometiéndola a calcinación durante 1 hora a una temperatura de 600°C, y después pesándola de nuevo (P' gramos).

$$PC (\%) = \frac{2 - P'}{2} \cdot 100$$

Granulometría

Este parámetro solo se calcula para las tierras fósiles y las perlitas, donde es de gran interés, pues su valor afecta a los resultados de la filtración. Para medirlo se utiliza el método BAHCO, donde se hace pasar el material por una serie de tamices con luces comprendidas entre 2 a 100 μm , expresando los resultados en porcentaje en peso para cada fracción retenida en el tamiz. Normalmente se recogen los resultados de los siguientes tamaños:

| | | | | | | |
|-----|---------|---------|---------|--------|-------|----|
| >50 | 50 a 30 | 30 a 20 | 20 a 10 | 10 a 5 | 5 a 3 | <3 |
|-----|---------|---------|---------|--------|-------|----|

Densidad (D)

Determinada con el método Matafilter, donde se inducen 5 gramos de muestra en una probeta graduada de 100ml, llenándola con agua destilada, luego se agita y por fin se deja en reposo durante 24 horas. Al cabo de ese tiempo se mide el volumen ocupado por la materia filtrante, y la densidad se calcula como:

$$D \text{ (gramos/ml)} = \frac{\text{Peso estudiado (gramos)}}{\text{Volumen ocupado (ml)}}$$

pH

En un recipiente de 250 ml poner alrededor de 10 gramos de muestra a analizar, vertiendo luego lentamente y agitando manualmente 100 ml agua destilada hasta mojar el producto y obtener una suspensión homogénea, Dejar reposar 10 minutos y medir con ayuda de un peachimetro.

Volumen mojado (Vm)

Son los litros que ocupan 1kg de muestra una vez hidratada, calculándose a partir del valor de densidad (D):

- Volumen (ml) ocupado por 5 gramos: 5/densidad.
- Volumen (ml) ocupado por 1000 gramos: 200 · 5/ densidad.
- Volumen (litros) ocupado por 1kg: 1/densidad

Porosidad (P)

Es el volumen vacío de una sustancia en relación con su volumen total, siendo este valor expresado en porcentaje, y dependiendo del tamaño y forma de las partículas, que la componen.

| Material | Porosidad (%) |
|-----------------------------|---------------|
| Tejido metálico en reps | 15 a 20 |
| Tejido metálico cruzado | 30 a 35 |
| Metales y cerámicas porosas | 30 a 50 |
| Placas filtrantes | 80 |
| Tierras fósiles | 85 a 95 |

Permeabilidad (darcie)

La permeabilidad es la propiedad de una sustancia en dejarse atravesar por un líquido con mayor o menor facilidad, cuya unidad de medida es el “darcie” que se define por la “regla de los siete unos” como una capa filtrante que tiene un espesor de 1 cm, una superficie de 1 cm², atravesado por 1 cm³ de líquido, de una viscosidad de 1 centipoise, bajo la presión de 1 atmosfera, y durante un tiempo de 1 segundo. Aproximadamente 1 darcie equivale a un caudal por superficie filtrante de 36 m³/m²·hora.

- Tierras fósiles: 0,1 a 2,0 darcies
- Celulosa: 0,5 a 5,0 darcies.
- Placas de filtración de abrillantamiento: 0,15 a 0,50 darcies.
- Placas de filtración esterilizantes: 0,02 a 0,07 darcies.

3.4.4. SISTEMAS DE FILTRACIÓN

Los sistemas o tipos de filtración pueden ser clasificados desde varios puntos de vista, uno de ellos atendiendo al modo de retener las partículas, según los mecanismos de actuación anteriormente descritos, en filtros de acción mecánica o de tamizado y en filtros de acción física o de adsorción. Sin embargo desde otro punto de vista tecnológico o de los resultados enológicos, los filtros se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Primera categoría o filtración por torta. Este sistema de filtración responde a un antiguo método, prácticamente desaparecido en la actualidad, donde la materia filtrante se introducía en masa, utilizando para ello celulosa o amianto en su tiempo cuando estaba sanitariamente autorizada. En este caso, pueden ser valiosos tanto los sólidos retenidos, como el líquido permeado, empleándose en enología en este último caso para la filtración grosera o de desbaste de los mostos o vinos.
- Segunda categoría o filtración clarificante. En este caso únicamente es útil el líquido permeado, despreciando los sólidos retenidos causantes de la turbidez. Generalmente se utilizan las tierras fósiles como materia filtrante, así como también determinadas placas de filtración, consiguiendo en función de la elección de sus diferentes tipos, resultados enológicos que oscilan desde el desbaste, hasta el abrillantamiento de los mostos o vinos.
- Tercera categoría o filtración amicróbica o microfiltración. Con este sistema Se pretende retener los microorganismos de los mostos o vinos: mohos, levaduras y bacterias, haciéndolos pasar a través de materiales filtrantes en forma de membrana, con porosidades comprendidas entre las 1,20 a 0,45 μm , y dejando pasar los líquidos limpios y estériles. Algunas placas de filtración de poro muy cerrado pueden también presentar esta propiedad, aunque con resultados de menor garantía.
- Cuarta categoría o ultrafiltración y ósmosis inversa. Se utiliza un moderno sistema de filtración tangencial, aplicable también para otros fines de limpieza o esterilización de los mostos o vinos, donde se retienen diversos solutos de determinados pesos moleculares (corte molecular), y siendo valiosos en algunos casos los permeados y en otros los retenidos. Aunque esta categoría no se ajusta estrictamente a la definición de la filtración, se la puede considerar como tal a efectos mecánicos y de aplicaciones enológicas.

3.4.5. FILTRACIÓN POR PLACA

La filtración por placas corresponde a una modalidad de la limpieza de los líquidos, donde se utiliza como material filtrante unas placas prefabricadas con diferentes grados de porosidad, lo que permite obtener una amplia gama de resultados en la clarificación, desde una filtración grosera o de desbaste, pasando por una filtración mediana e incluso de abrillantamiento, y terminando en una filtración esterilizante. En la actualidad este tipo de proceso se utiliza como prefiltro de la filtración amicróbica final realizada por medio de membranas, con el propósito de reducir el índice de colmatación de los vinos y por tanto para aumentar la vida o el ciclo de filtración de estos últimos. Una variación de los filtros de placas son los de cartucho lenticular, que mejoran y evitan algunos inconvenientes derivados del uso de los anteriores.

Materias filtrantes y fabricación de las placas.

Hasta antes de los años ochenta, las placas de filtración se construían con una mezcla de amianto, celulosa, diatomeas y un producto ligante, hasta que se prohibió el uso de amianto por cuestiones sanitarias, siendo sustituidas por la fabricación de otras placas exentas de este material, y compuestas por una mezcla de celulosa de madera decolorada, fibras de algodón, diatomeas activadas, fibras sintéticas de polietileno y un producto ligante. En un primer momento de este cambio, los resultados ofrecidos por las nuevas placas no fueron de total satisfacción, pues sin duda el amianto era un eficaz material de filtración de difícil sustitución, pero en la actualidad la tecnología ha permitido que las placas sin amianto ofrezcan prestaciones similares a las anteriores.

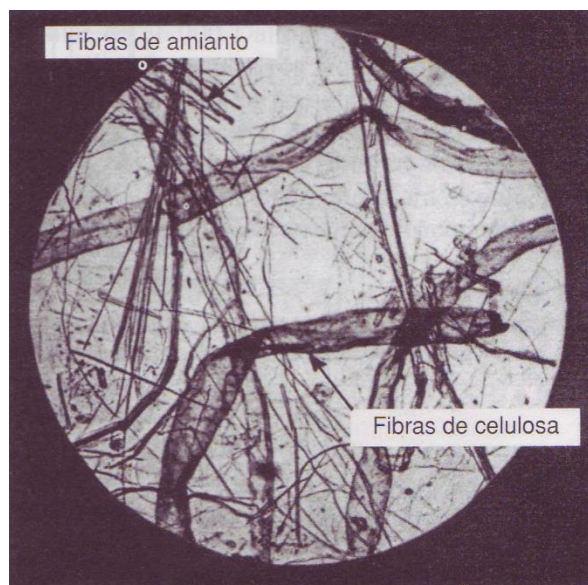


Ilustración 52: Fibras de amianto y celulosa

El amianto, prohibido en la actualidad, es una fibra mineral inorgánica, siendo conocida también con el nombre de asbesto, que procede del griego asbestos o insoluble. Se trata de un producto procedente de la meteorización de la hornblenda o de la serpentina, con el nombre mineralógico de crisotilo, desde el punto de vista químico es un silicato de magnesio, estando formado por fibras paralelas muy finas, que pueden individualizarse en fibras aisladas de una longitud de 20 a 30 nm. El amianto para uso enológico debe estar libre de impurezas que se disuelvan en el vino, tales como el calcio o el hierro.

Este material filtrante forma estratos de poro muy fino, actuando por el mecanismo de tamizado, aunque presenta también un importante efecto de adsorción o potencial “zeta” de carga eléctrica positiva, debido a su elevada superficie específica de 1 m²/gramo. En las placas de filtración se utilizaba en proporciones crecientes según el grado de porosidad deseado y nunca llegando a superar el 42 por 100 en peso.

La celulosa es un polisacárido fundamental de las paredes celulares de los vegetales, estando formado por la condensación de un gran número de moléculas de glucosa: (C₆H₁₀O₅)_n con un valor de n entre 200 y 1000, encontrándose alineadas longitudinalmente en forma de fibras, con un peso molecular de unos 1,5 x 10⁵ Dalton. La celulosa puede proceder del algodón, o de la madera de las píceas o hayas, donde se tritura y se hierva a continuación para liberarla de la lignina y pectina, siendo luego blanqueada en una solución alcalina, y por último

repetidamente lavada con agua para despojarla de las impurezas. Las fibras obtenidas presentan un diámetro de $0,5\mu\text{m}$ y una longitud variable desde 0,5 a varios mm, encontrándose en forma de copos o polvo, e incluso comprimida en “panes” de 0,675 a 0,900 kg/litro y de color ceroso blanquecino. El material es relativamente puro, conteniendo una pequeña cantidad de cationes, del orden de 50 mg/kg en la suma de calcio, hierro y magnesio.

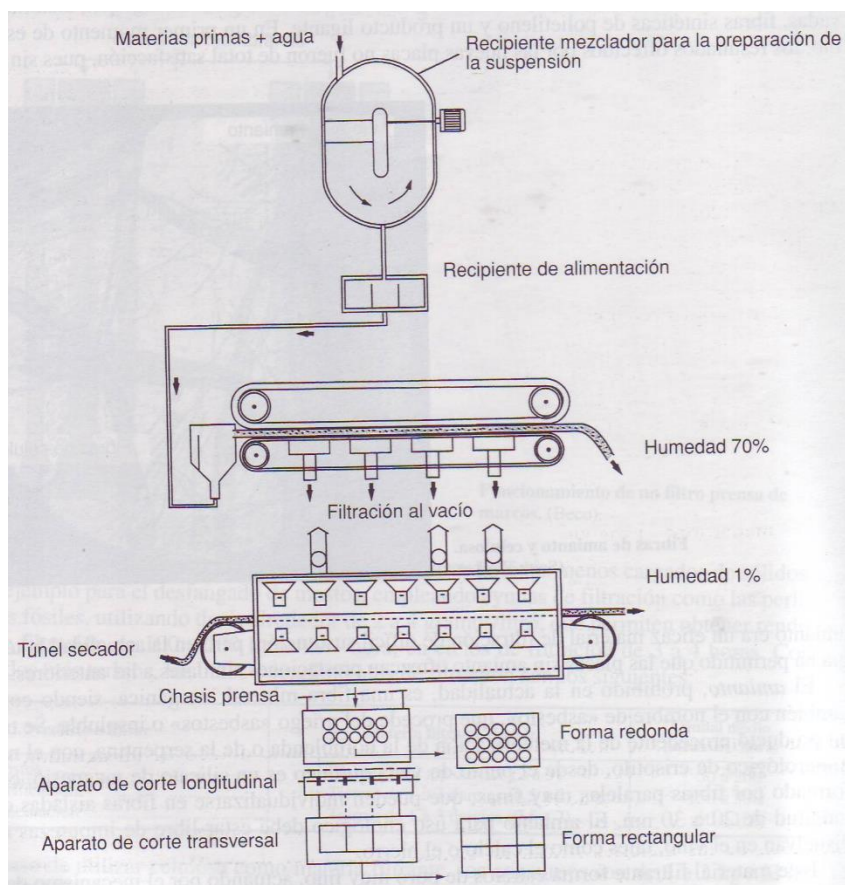


Gráfico 10: Esquema de fabricación de placas de filtración

La celulosa forma estratos filtrantes cuyo mecanismo es fundamentalmente de adsorción, eliminando las partículas con carga eléctrica negativa, aunque también pueden retener sedimentos por tamizado, pudiendo además absorber agua hasta aumentar su volumen en un 20 por 100.

Las características de esta materia son las siguientes:

- Densidad 110 a 320 gramos/litro.
- Permeabilidad: 0,5 a 5,0 darcies.
- Humedad: 5 a 10 por 100.
- Celulosa: 90 a 99 por 100.
- pH: 5,0 y 7,5.
- Cenizas: no superior el 0,2 por 100 (600°C durante 4 horas).
- Metales pesados:

| | |
|-----------------|-------------|
| Hierro | < 100 mg/kg |
| Plomo | < 5 mg/kg |
| Mercurio | < 1 mg/kg |
| Cadmio | < 1 mg/kg |
| Arsénico | < 2 mg/kg |
| Calcio | < 500 mg/kg |

Su contenido en las placas de filtración es muy elevado y siempre superior al 50 por 100, mejorando sus propiedades de filtración con la mezcla de otros materiales, como las tierras fósiles o el amianto, debiendo ser lavadas con una solución de ácido cítrico para eliminar un posible sabor a papel.

La celulosa microcristalina es una celulosa purificada, parcialmente despolimerizada, que se obtiene por el tratamiento con ácidos minerales de la alfa-celulosa procedente directamente de las fibras vegetales, con una masa molecular de 36000 Dalton. Este producto tiene por misión un papel de apoyo o soporte de los medios fermentativos muy clarificados, aumentando la fermentescibilidad de los mostos. Este producto se presenta en forma de polo microcristalino de color blanco, siendo insoluble en agua, acetona, etanol, tolueno, ácidos diluidos y soluciones de sosa de 50 gramos/litro. El producto se identifica colocando sobre un vidrio de reloj unos 10 mg de celulosa microcristalina, añadiendo unos 2 ml de solución de cloruro de sodio iodado, tomando un color azul-violeta. Sus características fisicoquímicas son las siguientes:

- pH: entre 5,0 y 7,5.
- Sustancias solubles en éter: <0,05 por 100.
- Sustancias solubles en agua: <0,25 por 100.
- Pérdida a desecación: <6 por 100.
- Cenizas: <0,1 por 100.
- Metales pesados

| | |
|-----------------|-------------|
| Hierro | < 10 mg/kg |
| Plomo | < 5 mg/kg |
| Mercurio | < 1 mg/kg |
| Cadmio | < 1 mg/kg |
| Arsénico | < 1 mg/kg |
| Calcio | < 500 mg/kg |

La fabricación de las placas sigue el siguiente proceso de fabricación en continuo: las materias primas que intervienen en la composición de las placas son seleccionadas, lavadas y secadas de forma separada. Una vez mezcladas en la proporción adecuada para cada tipo de placa a fabricar, se mezclan con agua en un recipiente dotado de un agitador, siendo depositada de forma regular sobre la parte superior de una larga banda transportadora sinfín que sirve de tamiz, donde el agua lo atraviesa primero por acción de la gravedad y luego por aspiración. La vibración de la cinta contribuye a la eliminación del agua, y a la compactación de las materias filtrantes, siendo secadas por la acción del calor y prensadas antes de su corte según los distintos tamaños, obteniéndose un material filtrante de 4 a 6 mm de espesor.

Las placas son marcadas y referenciadas según el tipo de filtración en la cara lisa, donde se la somete a un tratamiento endurecedor para evitar su degradación por desfibrado, de tal manera que el montaje en los filtros se realiza colocando la cara rugosa del lado que procede el líquido a filtrar y la cara lisa orientada hacia donde este sale limpio.

Descripción de un filtro de placas

Estos filtros están compuestos de los siguientes elementos:

- Un chasis fijo o móvil sobre ruedas, que sirve como soporte para todas las piezas que componen el filtro, estando formado por dos o más barras longitudinales donde se apoyan las placas de filtración.
- Una placa de cabeza fija unida al chasis de una manera rígida, llevando las canalizaciones de entrada y salida del filtro dotadas de las correspondientes válvulas, así como dos manómetros para medir la presión de entrada y salida del líquido, y en su parte superior una válvula para la purga de aire que pudiera contener el filtro, acompañada de una mirilla para comprobar la ausencia de burbujas de aire y la eficiencia de la filtración. Un caudalímetro situado en la conducción de entrada permite conocer el caudal del líquido filtrado en todos los momentos del ciclo.
- Una placa de cola desplazable en sentido longitudinal del filtro, por medio de un tornillo de ajuste, el cual se apoya en un yugo solidario con el chasis de barras fijas.
- Un conjunto de platos soporte que se sitúan entre las dos placas anteriormente citadas y entre los cuales se colocan las placas de filtración como material de filtración. Cada plato soporte está fabricado en aluminio esmaltado, acero inoxidable, o material plástico que permitan su esterilización por calentamiento, llevando en sus dos laterales dos salientes que permiten su apoyo en las barras longitudinales, y en sus esquinas unas orejas con un hueco circular central, que forman al unirse los platos, unas tuberías por donde circula el líquido turbio a filtrar o el mismo limpio una vez filtrado. Los platos de aluminio esmaltado o de material plástico son macizos, y llevan en sus dos lados unas ranuras que permiten un reparto del líquido por la totalidad de la superficie de la placa; mientras que los de acero inoxidable son generalmente huecos, estando sus dos caras perforadas. La estanqueidad de las orejas de los platos se consigue por medio de unas juntas en forma de anillo, cuyo espesor debe corresponder con el de las placas de filtración.
- En la parte inferior del filtro, se sitúa una bandeja destinada a recoger el goteo de líquido que se pierde entre las placas de filtración.
- Una bomba de circulación de caudal regulable y continuo. Que permita la circulación del líquido a filtrar sin cambios bruscos de presión.

Funcionamiento de un filtro de placas

Las placas de filtración son capaces de retener las partículas que causan la turbidez de los líquidos, debido a la acción conjunta de los mecanismos de tamizado y de adsorción en profundidad, en este último por el efecto del potencial “zeta”, así como también por los fenómenos de interceptación inercial y disfuncional.

Estas placas ofrecen una gama de resultados de filtración, que oscilan desde las de una porosidad elevada y grandes caudales, hasta las de porosidad reducida y bajos caudales de filtración, pudiendo agruparse en tres categorías:

- Placas desbastadoras con una porosidad de 10 a 20 micras, que retienen las partículas de gran tamaño y con grandes rendimientos de filtración, estando compuestas con una elevada proporción de tierras diatomeas. Su utilización está muy restringida en favor de los filtros de tierras de mejores rendimientos.

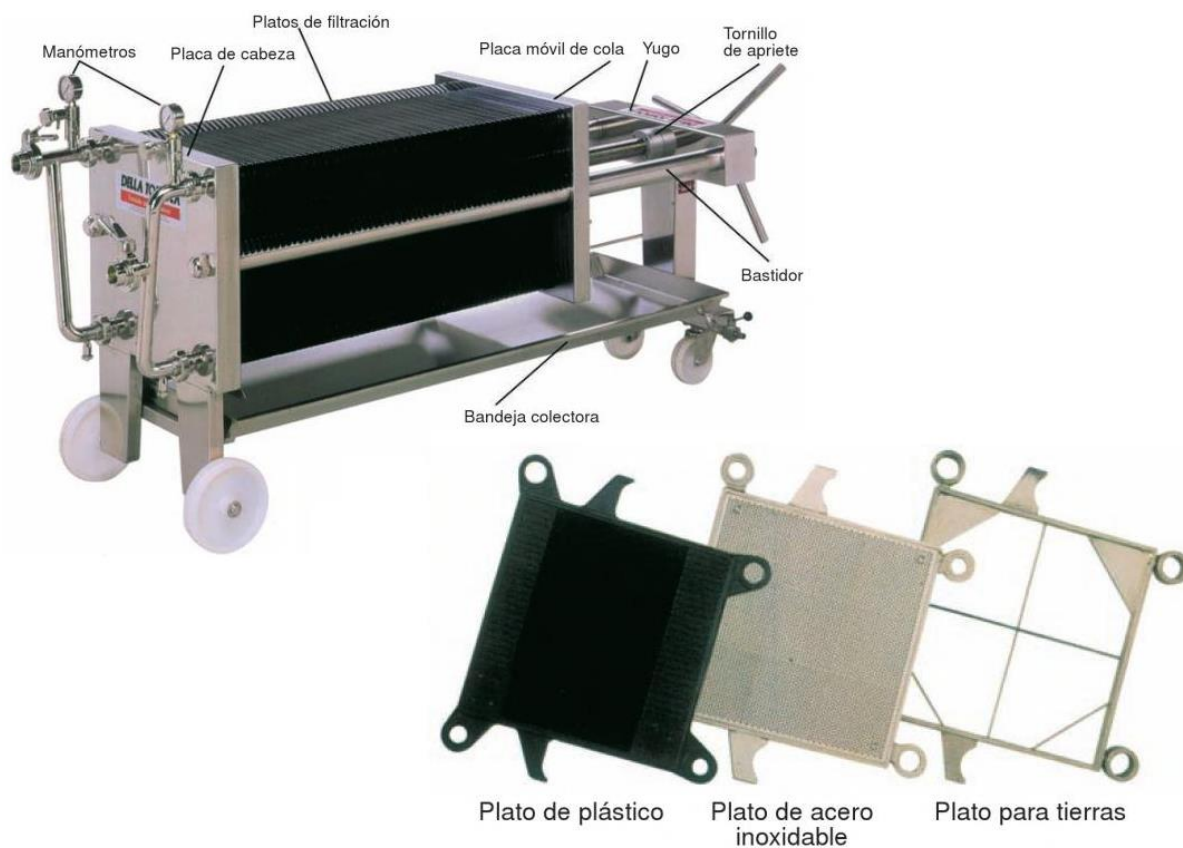


Ilustración 53: Filtro de placas

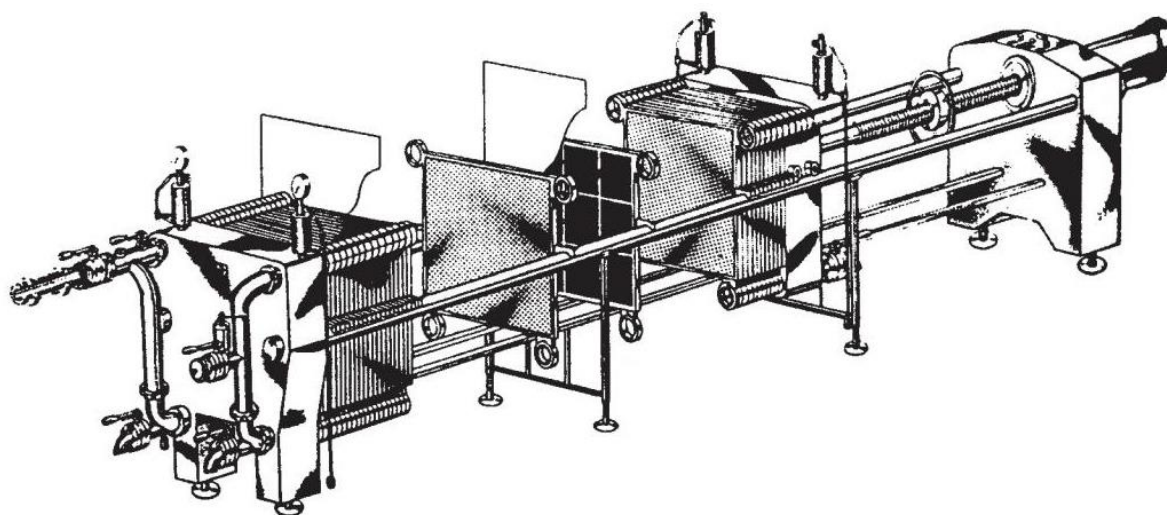


Ilustración 54: Despiece de un filtro de placas

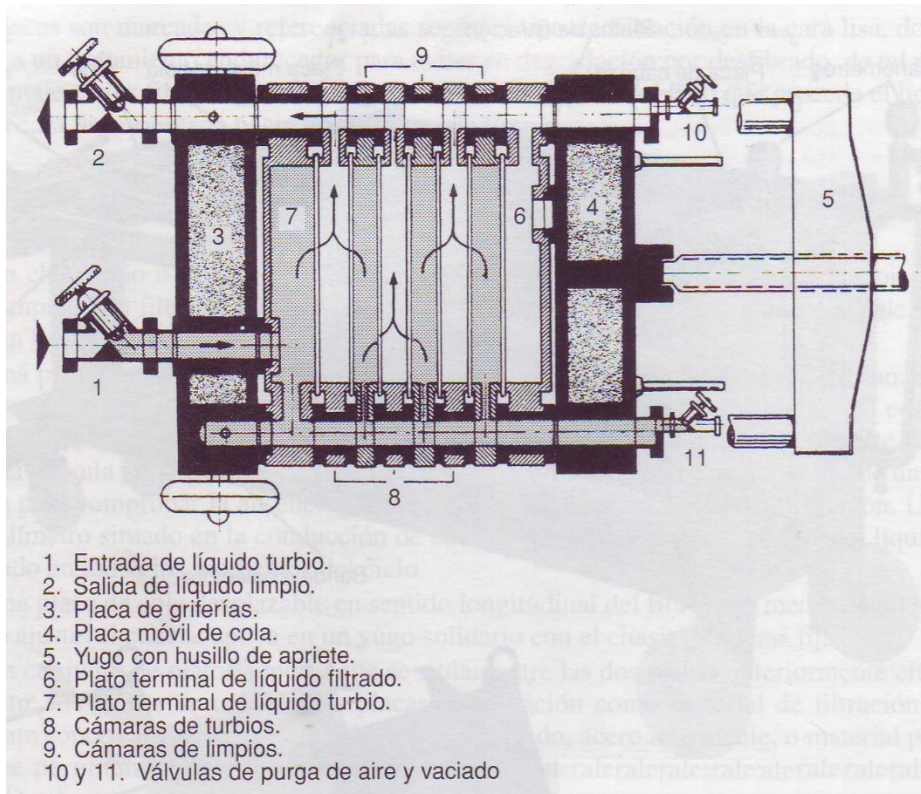


Ilustración 55: Filtro de placas

- Placas clarificantes con una porosidad entre 0,1 a 1,0 micras, que producen en los líquidos un efecto de abrillantamiento, encontrado en estas placas su mayor utilización en enología, y empleadas como prefiltro antes de la filtración final o esterilizante.
- Placas esterilizantes con una porosidad entre 0,45 a 0,9 micras, que permiten una importante retención de microorganismos como levaduras y bacterias, pero que nunca consiguen una total esterilidad del líquido filtrado, ofreciendo un caudal de filtración muy reducido.



Retención de turbios en el interior de una placa de filtración x 500



Interior de una placa de filtración de celulosa y amianto x 2.500.

Ilustración 56: Retención de turbios en el interior de placas de filtración.

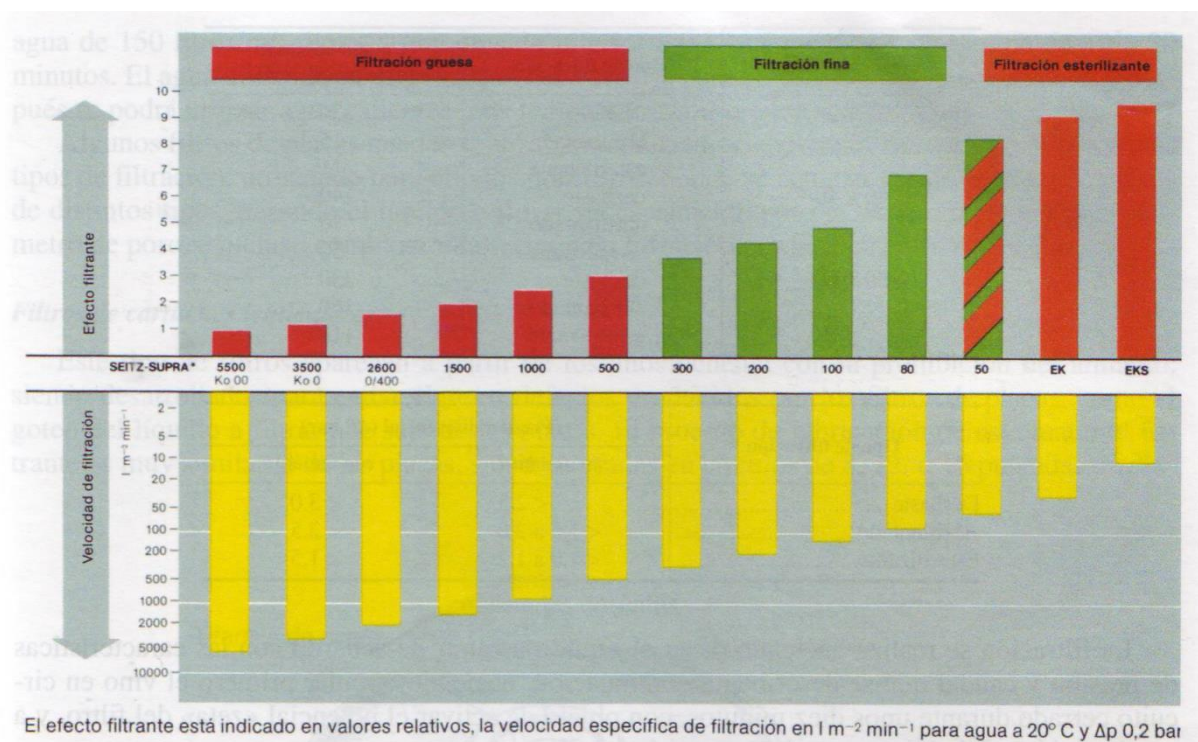


Ilustración 57: Características de placas de filtración exentas de amianto.

Las dimensiones de las placas de filtración más frecuentes son de los formatos: 20 x 20 cm, 40 x 40 cm, y 60 x 60 cm, utilizándose estos tamaños en función del tipo de filtro disponible. Estas placas deben conservarse en un lugar seco y aireado, para evitar la absorción de olores, colocándose entre los platos de filtración tomándolas con cuidado por sus bordes, y colocando la primera desde la placa de cabeza, situándolas de tal forma que la cara rugosa se oriente hacia la entrada de líquido a filtrar y la parte lisa hacia la salida del líquido filtrado. Una vez colocadas las placas, el filtro se cierra herméticamente con ayuda del tornillo o husillo de apriete, pudiendo ser este reapretado a lo largo del ciclo de filtración, para evitar un goteo excesivo de las placas.

Antes de comenzar el ciclo de filtración es conveniente lavar las placas y el circuito de filtración, para eliminar un característico olor a papel, haciendo circular en circuito cerrado, una solución de agua acida fría con un valor de pH inferior a 5,0 y a razón de 150 litros/ m^2 ·hora, a una presión inferior a 0,5 bar y durante unos 15 a 20 minutos. En el caso de utilizar placas esterilizantes, el filtro una vez montado debe ser esterilizado, empleando agua caliente a una temperatura de 80 a 90°C en circuito cerrado y durante 20 a 30 minutos. Las placas contienen un importante volumen hueco, del orden de un 75 a 85 por 100, equivalente a unos 4 litros/ m^2 , por lo que los primeros litros de vino filtrado deben ser desechados, ya que contienen una elevada cantidad de agua procedente del lavado o de la esterilización antes descrita.

| Tamaño de placas | Unidades/ m^2 |
|------------------|------------------------|
| 20 x 20 | 32 |
| 40 x 40 | 7 |
| 60 x 60 | 3 |

| Tamaño de placas | Tipo de filtración | Caudal nominal (litros/placa·hora) |
|------------------|--------------------|------------------------------------|
| 20 x 20 | Desbaste | 30 |
| | Abrillantado | 15 |
| | Esterilizante | 11 |
| 40 x 40 | Desbaste | 140 |
| | Abrillantado | 70 |
| | Esterilizante | 50 |
| 60 x 60 | Desbaste | 330 |
| | Abrillantado | 160 |
| | Esterilizante | 110 |

| Tipo de filtración | Presión diferencial (ΔP bar) | |
|--------------------|---------------------------------------|-------------|
| | Sin amianto | Con amianto |
| Desbaste | < 2,5 | < 3 |
| Abrillantado | < 1,5 a 2,5 | < 2,5 |
| Esterilizante | < 1,0 a 1,2 | < 1,5 |

La filtración se realiza haciendo pasar el líquido a filtrar de acuerdo con las características de presión y caudal que se describen a continuación, haciendo circular primero el vino en circuito cerrado durante unos diez minutos, con objetivo de activar el potencial “zeta” del filtro, y a continuación pasándolo en continuo a través del filtro.

Cada placa de filtración posee unas determinadas características, donde destacan el caudal en función de la superficie filtrante, la presión diferencial utilizada, y por fin el rendimiento o volumen total de líquido filtrado en la totalidad del ciclo.

El volumen de vino filtrado, o longitud del ciclo de filtración, depende del material de filtración, así como del vino, calculándose este como de 6 a 8 veces el caudal nominal antes expuesto.

Una vez terminado el ciclo de filtración, determinado por alcanzar el máximo de presión diferencial descrito anteriormente, o bien al finalizar la jornada de trabajo, las placas de filtración pueden ser regeneradas. Para ello, se deben hacer circular a contracorriente un caudal de agua de 150 litros/m²·hora, a una presión inferior a 0,5 bar, y durante un tiempo de 10 a 20 minutos. El agua utilizada en un principio debe ser fría para eliminar la materia colorante, y después se podrá utilizar agua caliente a una temperatura comprendida entre los 50 a 55°C.

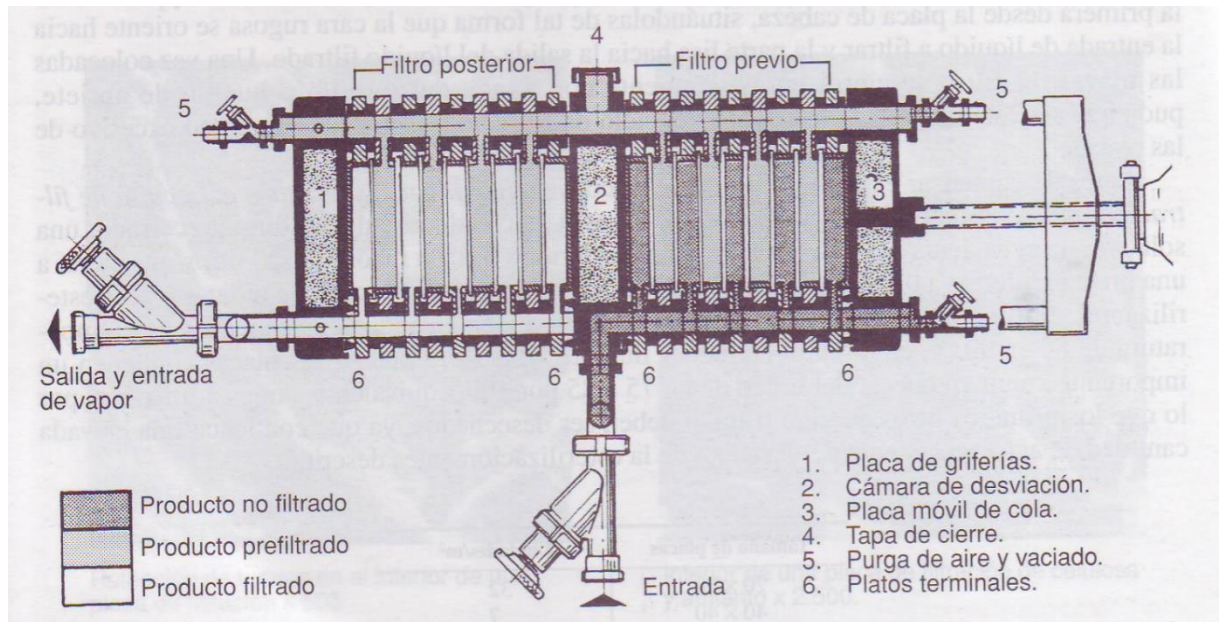


Ilustración 58: Filtro de placas de dos etapas.

Algunos filtros de placas pueden realizar simultáneamente en la misma operación dos o más tipos de filtración, utilizando para ello los polifiltros, donde se instalan varios sectores de placas de distintos tipos, pasando el líquido a filtrar sucesivamente por placas de mayor a menor diámetro de poro, e incluso combinar una sección de filtración por tierras y otra por placas.

Filtros de cartuchos lenticulares

Este tipo de filtros aparecen a partir de los años ochenta con la prohibición del amianto, siendo desarrollados para evitar algunos defectos producidos por los filtros de placas, como el goteo del líquido a filtrar que sale de las placas. El proceso de fabricación de este material filtrante es muy similar al de las placas, siendo cortadas en círculos de 8, 12, o 16 pulgadas de diámetro y polimerizadas mediante un tratamiento por calor, agrupando los discos por parejas formando una lente, cerrando los extremos de los mismos por un junquillo de polipropileno, y uniéndose entre ellos por separadores circulares del mismo material, que al mismo tiempo forman un tubo central para el drenaje del líquido filtrado. De este modo se consiguen unos cartuchos en forma de fuelle, compuestos por discos lenticulares con doble cara de filtración, ofreciendo superficies filtrantes por cartucho de los 1,8 m² hasta los 5,0 m², pudiendo apilarse varios de estos dentro de una campana o carcasa de filtración, compuesta por una base con un trípode y dos tuberías de entrada y salida de líquido, y una carcasa propiamente dicha dotada de un tubo colector central donde se insertan los cartuchos.

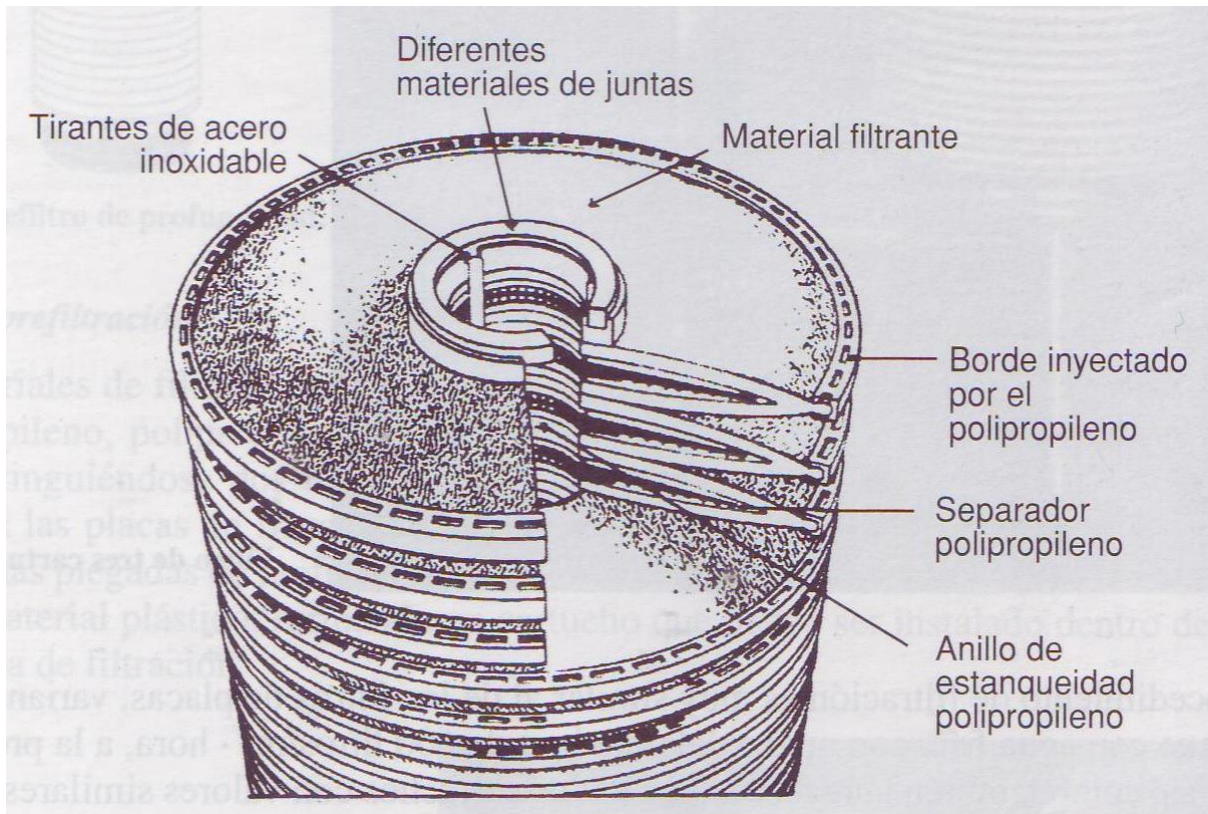


Ilustración 59: Esquema de un cartucho de filtración.

Las características de la filtración responden a los siguientes parámetros:

| Tipo de filtración | Caudal nominal (litros/m ² ·hora) | Presión diferencial (ΔP bar) |
|--------------------|--|---------------------------------------|
| Desbaste | 1500 | 2,5 |
| Abrillantado | 1000 | 2,0 |
| Esterilizante | 500 | 1,5 |



Ilustración 60: Filtro de tres cartuchos

El procedimiento de filtración es muy similar al de los filtros de placas, variando los valores del enjuague con agua fría, con un caudal máximo de 600 litros/m²·hora, a la presión máxima de un bar, así como también la regeneración de los cartuchos con valores similares a los anteriores. Al terminar el ciclo de filtración, para conservar los cartuchos se pueden rellenar las carcassas con soluciones esterilizantes de anhídrido sulfuroso, o de peróxidos tipo oxonia, debiendo enjuagarse convenientemente antes de su utilización.

3.5. SISTEMA DE IMPULSIÓN DE FLUIDOS

La impulsión del mosto o vino por las conducciones preparadas al efecto, puede realizarse por medio de la gravedad como cuando existan desniveles suficientes, o bien por medio de contrapresión con un gas comprimido que suele ser aire, produciendo por un compresor central y acumulando en un depósito pulmón de capacidad suficiente y a una presión entre 0,5 o 2,0 bar, utilizando tuberías de diámetro entre 20 a 30mm, o por último y de manera más frecuente, mediante el empleo de bombas mecánicas.

Las bombas para transportar y elevar líquidos son una de los equipos más importantes y frecuentes que se pueden encontrar en las bodegas, utilizándose desde el transporte de la vendimia, pasando por el movimiento de vinos en los sucesivos trasiegos entre recipientes, o como medio de alimentación de diversas máquinas, como por ejemplo filtros, centrifugas, llenadoras, etc. Las bombas alimentarias de uso enológico deben cumplir las siguientes condiciones:

- Funcionamiento en régimen continuo, sin choques ni turbulencias.
- Polivalencia en el movimiento de mostos cargados de turbios o de vino limpios.
- Funcionamiento estanco, impidiendo la total entrada de aire en el mosto o vino transportado.
- Capacidad de regulación de caudales y presiones.
- Bomba siempre impulsoras, pero también con capacidad de aspiración o autoaspirantes.
- Maquinaria fácil de limpiar, sobre todo en su interior sobre los restos de mosto o vino.
- Construcción con materiales inertes a los mostos o vinos y resistentes frente a posibles corrosiones por los ácidos.
- Instalación sobre ruedas o carretilla para facilitar su transporte en la bodega.

Las bombas enológicas se dividen en dos grandes grupos: las volumétricas y las centrífugas o rotativas sin válvulas. A su vez, dentro de las primeras se subdividen en otros dos apartados: las de émbolo o pistones con válvulas, y las rotativas volumétricas sin válvulas.

Generalmente las bombas funcionan con una o dos velocidades, por lo que la regulación del caudal o de la presión no es posible, salvo que se acuda a la instalación de algún dispositivo especial. La solución de cerrar parcialmente una válvula del circuito para estrangular el paso del líquido, no es una buena solución por forzar las condiciones de trabajo de la bomba y maltratar el líquido impulsado. En otras ocasiones se coloca un dispositivo by pass o de retorno exterior colocada entre la salida y la entrada de la bomba, y con una válvula de regulación intermedia, de manera que cuando esta permanezca cerrada, circula el líquido en su totalidad, o por el contrario de abrirse totalmente, todo el fluido impulsado retorna a la aspiración; mientras que con una apertura parcial se consigue regular el caudal impulsado, retornando parte del líquido a la aspiración. En este caso también existe un cierto maltrato del mosto o vino que recircula dentro de la bomba.

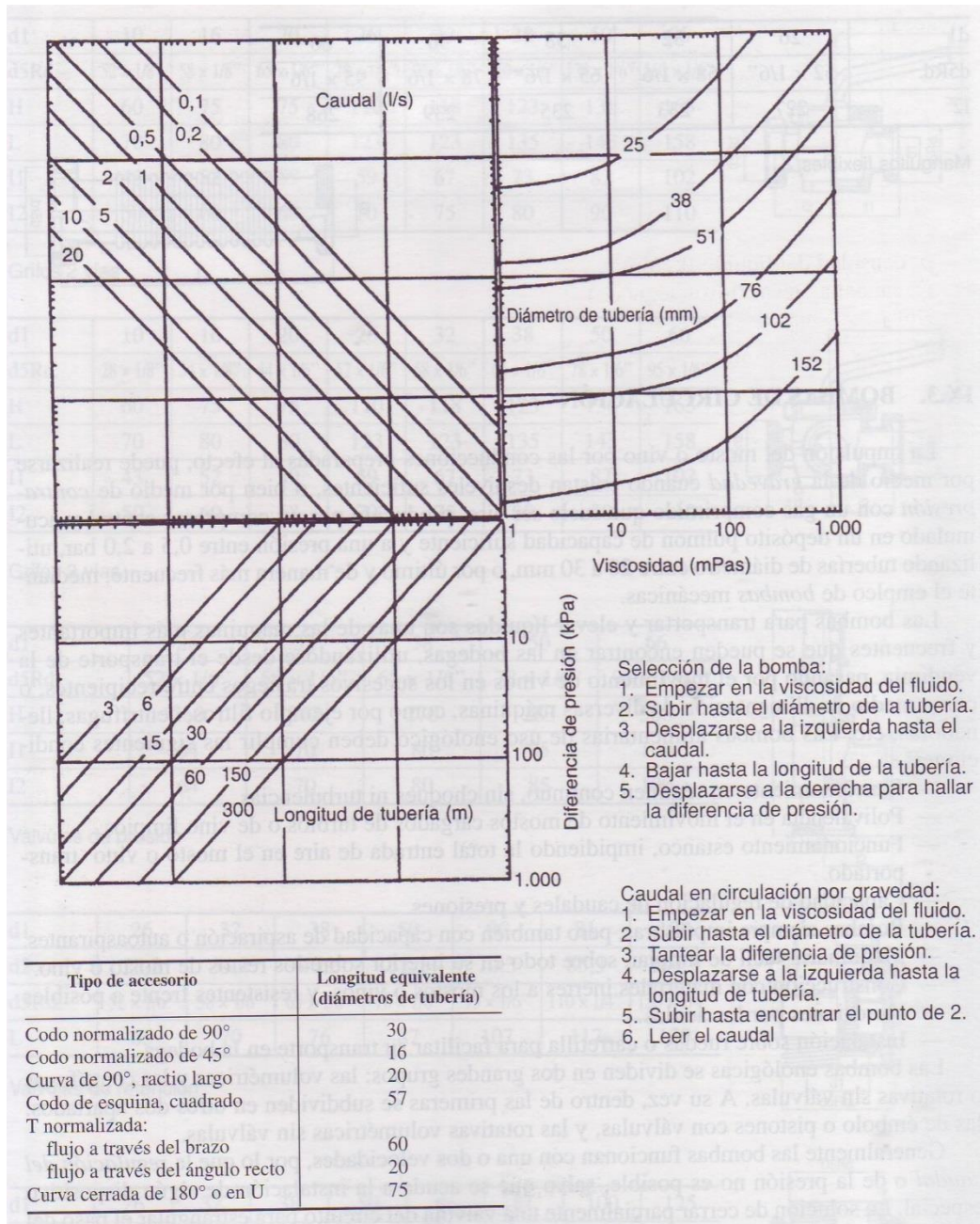


Gráfico 11: Abaco para el cálculo de bombeo por tubería.

El mejor sistema de regulación de caudal, consiste en hacer variar la velocidad de giro o del movimiento de los órganos de impulsión de las bombas, haciéndolo mediante reguladores de velocidad por variación de frecuencia de los motores eléctricos. Las limitaciones de giro vienen impuestas por la velocidad de régimen del motor como máxima, y como mínima por las condiciones de refrigeración del motor por el ventilador que lleva acoplado; aunque existen modelos que llevan otro pequeño motor independiente para asegurar esta ventilación y así permitir el giro del motor a velocidades muy bajas.

La potencia absorbida por el eje de la bomba viene dado por la siguiente expresión:

$$N \cdot (C \cdot V) = \frac{\rho \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta_b}$$

ρ : densidad del líquido (kg/dm³)

Q : caudal a elevar (litros/segundo)

H_m : altura manométrica total (metros)

$\eta_b = 0,65$ rendimiento mecánico de la bomba.

$$N \cdot (\text{kW}) = 0,736 \cdot \frac{\rho \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta_b}$$

La potencia eléctrica del motor será la absorbida por la bomba y dividido por el rendimiento del motor: η_m ($\eta_m = 0,7$ a $0,9$).

$$N' \cdot (\text{C}\cdot\text{V}) = \frac{\rho \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta_b \cdot \eta_m}$$

$$N' \cdot (\text{kW}) = 0,736 \cdot \frac{\rho \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta_b \cdot \eta_m}$$

3.5.1. BOMBAS VOLUMÉTRICAS

Las bombas de pistones son máquinas donde uno o varios émbolos se mueven dentro de los correspondientes cilindros, en un movimiento alternativo de aspiración e impulsión, accionados por un motor eléctrico y otros mecanismos de transmisión. Dos válvulas de aspiración e impulsión situadas en la parte inferior de los cilindros permiten el movimiento del líquido a impulsos: pudiendo ser amortiguado mediante una cámara de expansión o de compensación de presión situada a la salida de la válvula de impulsión, donde se coloca un presostato para regular o limitar la presión de funcionamiento de la máquina. Las válvulas suelen estar construidas por unas bolas de goma situadas dentro de unos asientos perforados por donde circula el líquido.

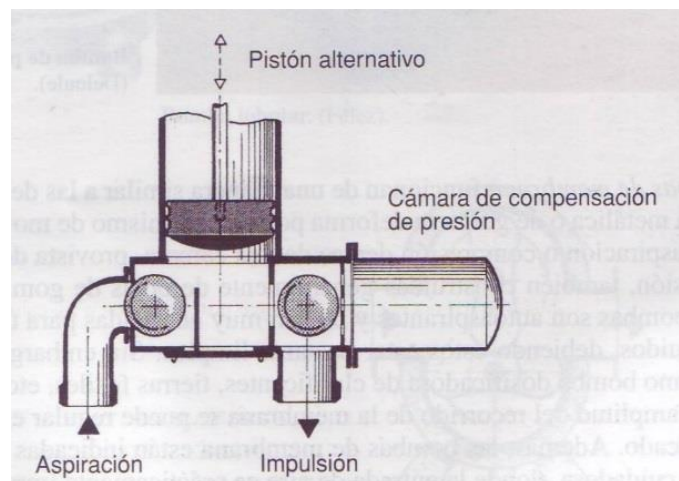


Ilustración 61: Esquema de una bomba de pistones.

Estas bombas generalmente disponen de uno o dos pistones con cilindros ambos actualmente contruidos en acero inoxidable, con rendimientos que oscilan entre los 5000 a 100000 litros por hora, potencias entre 1,5 a 15,0 kW, y a unas presiones máximas de 2,0 a 2,5 bar, funcionando frecuentemente a dos velocidades, y siendo reversibles para poder invertir el sentido de la circulación. Son las bombas enológicas por excelencia, por su polivalencia en el transporte de mostos o vinos limpios e incluso bastante cargados de turbios, y con capacidad autoaspirantes. En contra se les acusa de funcionar a golpes o emboladas pudiendo ser el movimiento amortiguado por la citada cámara de compensación de presión, o por modelos de más de un cilindro que regularían su marcha.



Ilustración 62: Bomba de pistones en acero inoxidable.

Las bombas de membranas funcionan de una manera similar a las de pistón, donde una membrana elástica metálica o de goma se deforma por un mecanismo de movimiento alternativo, que provoca una aspiración o compresión dentro de una cámara provista de dos válvulas de aspiración e impulsión, también construidas generalmente de dos bolas de goma o de acero inoxidable. Este tipo de bombas son autoaspirantes y no son muy adecuadas para transportar grandes volúmenes de líquidos, debiendo éstos estar bastante limpios. Sin embargo tienen una importante aplicación como bomba dosificadora de clarificantes, tierras fósiles, etc., donde haciendo variar a voluntad la amplitud del recorrido de la membrana se puede regular exactamente el caudal del líquido dosificador. Además, las bombas de membranas están indicadas para el manejo de líquidos de forma cuidadosa, donde la entrada de aire es prácticamente imposible, e incluso pudiéndose esterilizar con cierta facilidad.

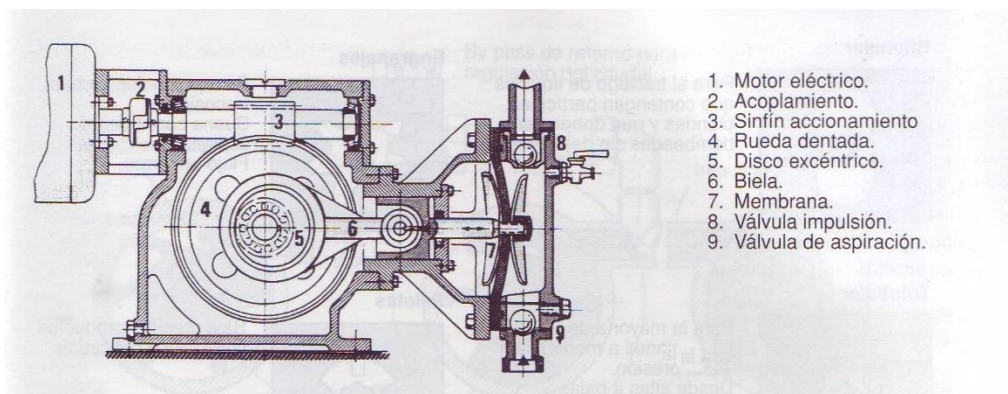


Ilustración 63: Bomba de membrana

Las bombas de pistones rotativas o lobulares, también llamadas de perfiles conjugados, se componen de dos piezas giratorias de goma alimentaria tipo perbunan, con un perfil especial de dos o tres lóbulos o más, que engranadas giran en sentido contrario dentro de una cámara; produciéndose un movimiento del fluido sin la ayuda de válvulas. Son bombas autoaspirantes de elevado caudal hasta 45000 litros/horas y presiones máximas de 20 bar, provocan grandes turbulencias, de construcción muy robusta, y por lo tanto indicadas para el transporte de líquidos muy cargados de sólidos, como fangos, lías, e incluso vendimia estrujada.

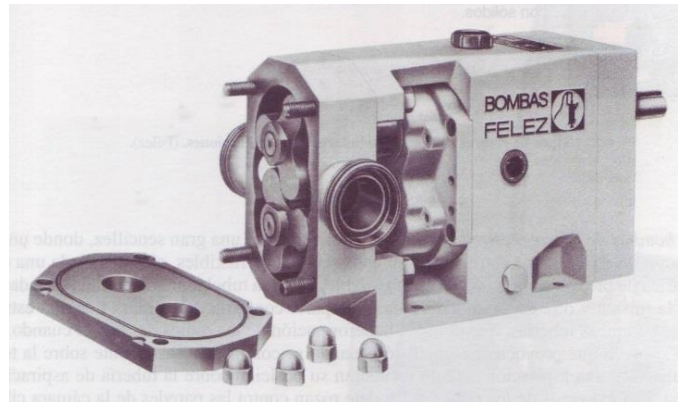


Ilustración 64: Bomba lobular

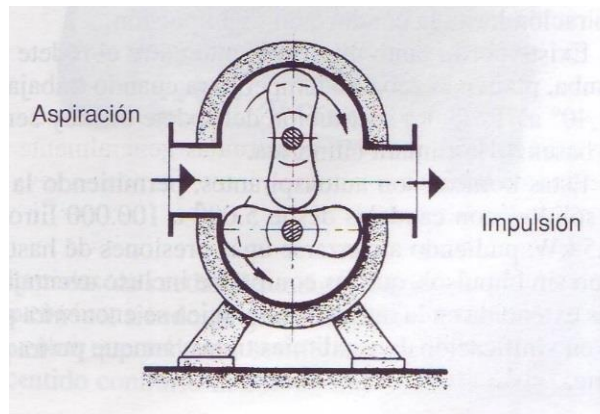


Ilustración 65: Esquema de una bomba de pistones rotativos.

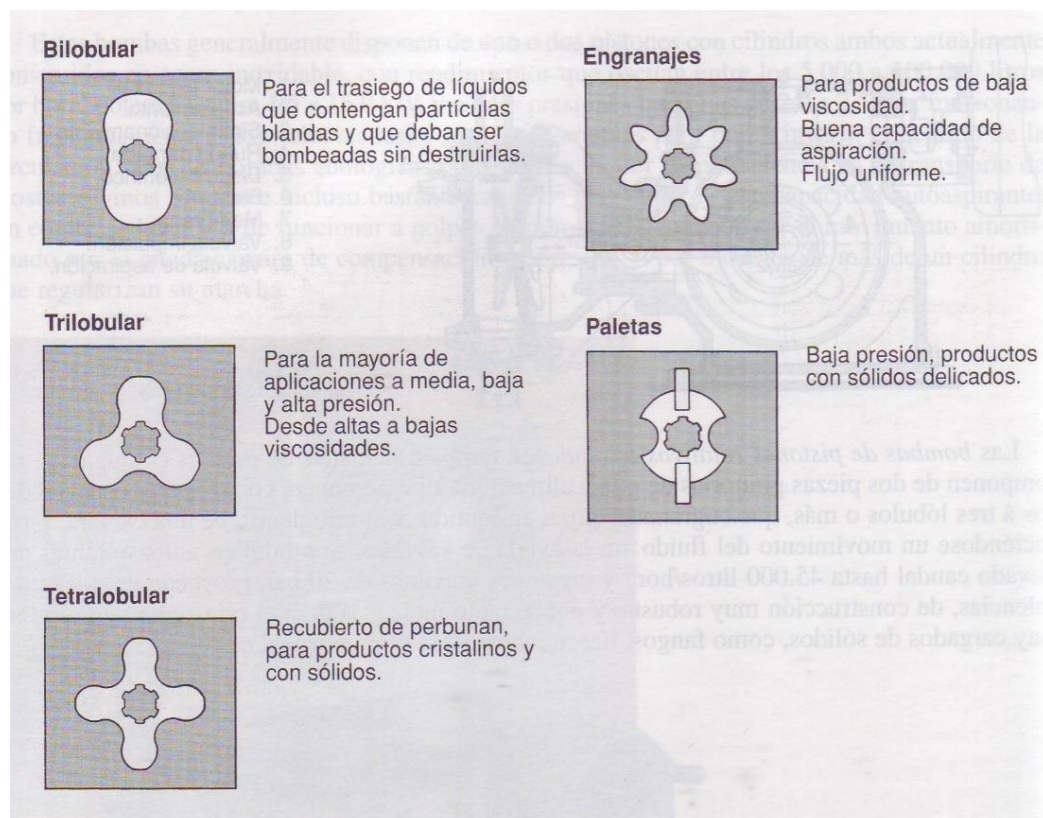


Ilustración 66: Tipos de rotores de bombas lobulares y sus aplicaciones.

Las bombas de rodetes o de estrella flexible son máquinas de una gran sencillez, donde un rodete de neopreno en forma de estrella de al menos seis radios flexibles, gira dentro de una cámara cilíndrica de bronce o mejor de acero inoxidable, con una tabuladora de entrada situada en un lado de la misma y otra de salida colocada en la parte contraria. La cámara tiene un estrechamiento entre ambas tuberías, que obliga a la deformación de los radios del rodete cuando pasan por esta zona, lo que provoca una impulsión cuando se comprimen justamente sobre la tubería de impulsión, y una aspiración cuando recuperan su posición sobre la tubería de aspiración de la bomba. Los extremos de los radios del rodete rozan contra las paredes de la cámara cilíndrica, formándose una cámara de líquido entre dos radios, que es transportado desde la tubería de aspiración hasta la conducción de impulsión.

Existe por lo tanto un rozamiento entre el rodete y las paredes interiores de la cámara de la bomba pudiendo subir su temperatura cuando trabaja en vacío y degradarse cuando se alcanzan los 40° a 75° C. La sustitución del rodete es muy sencilla, basta simplemente con abrir una de bases de la cámara cilíndrica.

Estas bombas son autoaspirantes, permitiendo la circulación de líquidos bastantes cargados de sólidos, con caudales desde 5000 a 100000 litros/hora, con potencias respectivas de 1,5 a 12,5 kW, pudiendo alcanzarse unas presiones de hasta 2,0 a 3,0 bar, y con un movimiento continuo sin impulsos, que las equipara e incluso aventajan a las bombas de pistones. Su utilización más extendida en la industria enológica se encuentra para las operaciones de remontado de mostos de vinificación de vendimias tintas; aunque pueden utilizarse para otras operaciones de transporte.

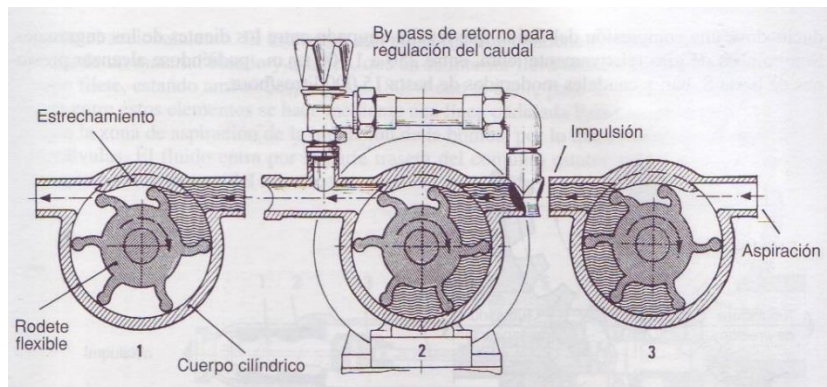


Ilustración 67: Esquema de una bomba de rodete flexible.



Ilustración 68: Bomba de rodete flexible.

Las bombas de engranajes, también llamadas de ruedas dentadas, se utilizan muy poco en el movimiento de líquidos como el mosto o el vino, siendo de gran utilidad en líquidos muy viscosos, aunque siempre en ausencia de sólidos que reducen sensiblemente su ida útil. Dos engranajes de material sintético giran en sentido contrario dentro de una cámara ajustada, produciéndose una compresión del fluido que resulta atrapado entre los dientes de los engranajes. Son bombas de giro relativamente lento, entre 250 a 1500 r.p.m. pudiéndose alcanzar presiones de hasta 8 bar, y caudales moderados de hasta 15000 litros/hora.

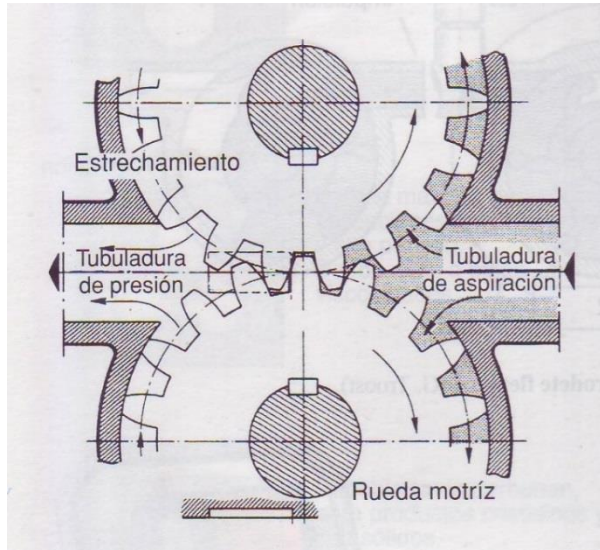


Ilustración 69: Esquema de una bomba de engranajes.

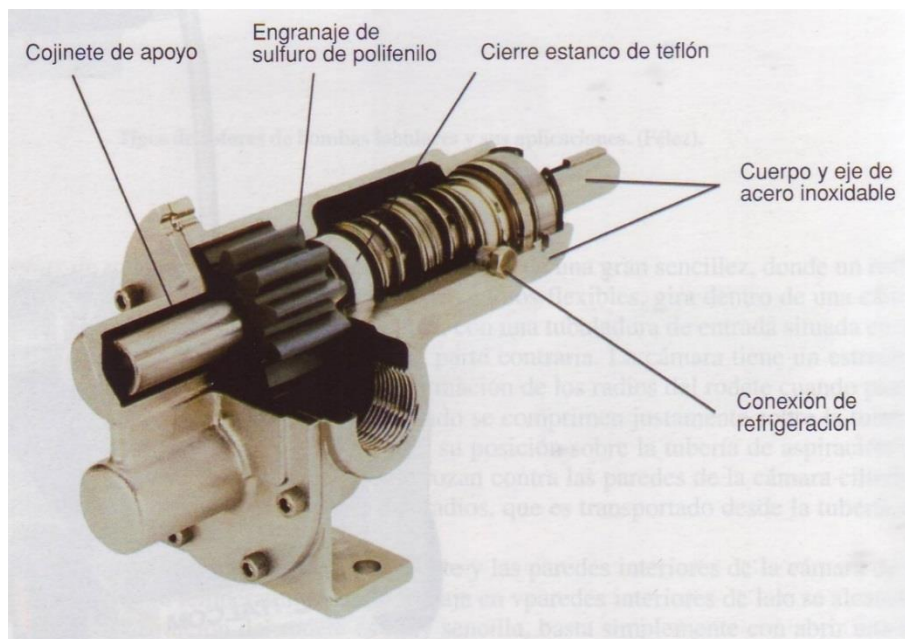


Ilustración 70: Bomba de engranajes

Las bombas de tornillo excéntrico, también llamadas de desplazamiento positivo, e incluso de tipo Mohn según la primera patente de estas máquinas, son máquinas muy similares a las bombas de vendimia de este mismo tipo. El rotor giratorio es un tornillo sinfín de un filete y un gran paso de rosca, construido en acero inoxidable, estando animado por dos movimientos, uno principal de giro sobre su propio eje longitudinal, y otro excéntrico que se desplaza sobre el citado eje, gracias a dos articulaciones situadas en el accionamiento. El estator de una pieza

fija que contiene el rotor antes señalado, construido de un material blando y elástico, que en su interior lleva un hueco con forma de tornillo de doble filete, estando ambos desplazados 180° y con el doble paso de rosca que el rotor. El contacto entre estos elementos se hace mediante una línea ondulada llamada “línea hermética” que cierra la zona de aspiración de la impulsión de la bomba, por lo que estas máquinas no precisan de válvulas. El fluido entra por la parte trasera del conjunto estator-rotor, saliendo impulsado hacia la parte delantera del mismo.

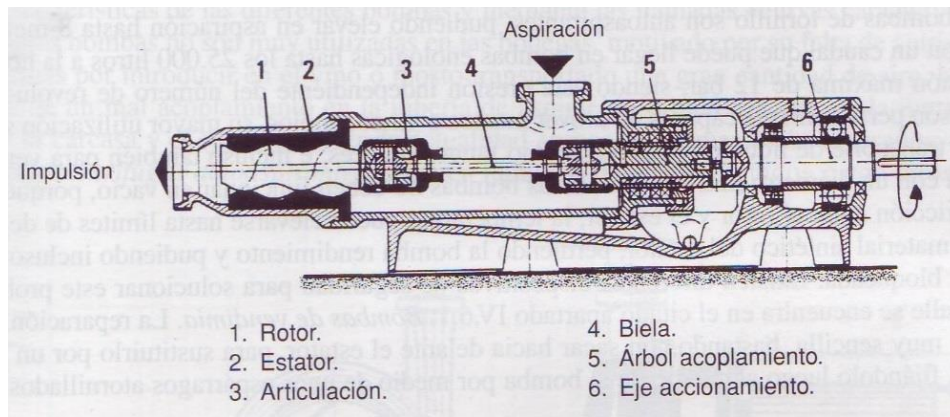


Ilustración 71: Esquema de una bomba de tornillo.

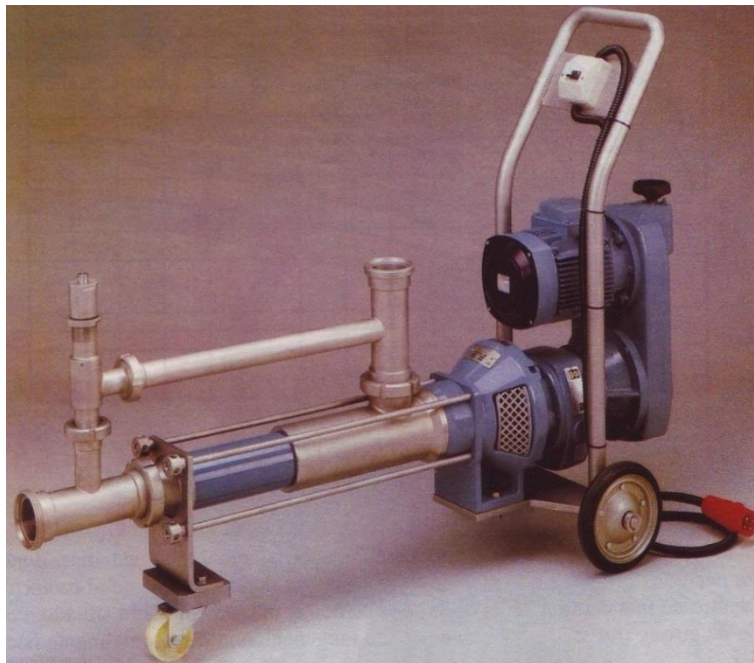


Ilustración 72: bomba de tornillo

El número de resoluciones determina el caudal de líquido bombeado, pudiéndose estas determinar con la siguiente expresión:

$$Q = 4 \cdot E \cdot D \cdot S \cdot N \cdot 60$$

Q: Caudal bombeado (m³/hora).

E: Excentricidad del rotor (metros).

D: Diámetro del rotor (metros).

S: Paso de rosca del estator (metros).

N: Numero de resoluciones por minuto.

Las bombas de tornillo son autoaspirantes, pudiendo elevar en aspiración hasta 8 metros de altura, con un caudal que puede llegar en bombas enológicas hasta los 25000 litros a la hora, y a una presión máxima de 12 bar, siendo esta presión independiente del número de revoluciones. Aunque son perfectamente capaces de mover mostos o vinos limpios, su mayor utilización se centra en el transporte de líquidos cargados, como fangos o heces, e incluso también para la vendimia estrujada con un diámetro más elevado. Estas bombas no deben funcionar en vacío, porque debido a la fricción entre el rotor y el estator, la temperatura puede elevarse hasta límites de degradación del material sintético del estator, perdiendo la bomba rendimiento y pudiendo incluso llegar a quedar loqueada. Existen diferentes dispositivos de seguridad para solucionar este problema. La reparación es sin embargo muy sencilla, bastando con sacar hacia delante el estator, para sustituirlo por un nuevo repuesto, fijándolo luego el cuerpo de la bomba por medio de unos espárragos atornillados.

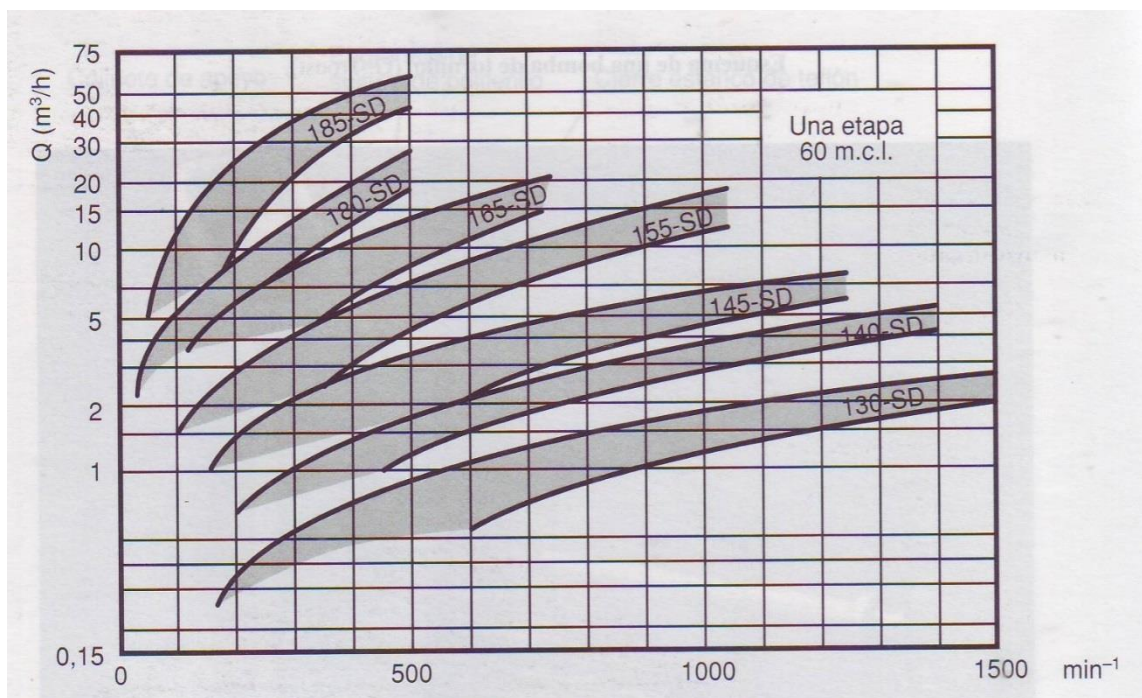


Gráfico 12: Curvas características de bombas de tornillo.

3.5.2. BOMBAS CENTRÍFUGAS

Las bombas centrífugas o rotatorias son máquina que funcionan sin válvulas, donde uno o más rotores nervados giran a elevadas revoluciones acoplados directamente al motor de accionamiento dentro de una carcasa cerrada con dos orificios, uno de admisión situado a continuación del eje de giro, y otro de impulsión colocado tangencialmente y normalmente hacia arriba respecto del rotor. El material utilizado en la construcción de estas bombas es el acero inoxidable, sobre todo en las partes que están en contacto con los líquidos a transportar.

Son máquinas muy sencillas y relativamente baratas, donde la presión y el caudal dependen del número de revoluciones de la bomba, con caudales muy elevados cuando las presiones son bajas, y viceversa, aumentando la presión cuando el caudal es alto. No son autoaspirantes,

por lo que deben ser cebadas o bien trabajar por debajo del nivel del líquido a transportar; tampoco permiten su funcionamiento con líquidos cargados de turbios, pero su rendimiento caudal/potencia es excelente. En bombas centrífugas aplicadas a la industria enológica, es normal disponer de máquinas con una potencia máxima de 12 kW, con una presión máxima de 5 a 7 bar a 3000 r.p.m. y un caudal de hasta 30000 litros/hora. La relación entre estos parámetros vienen definidas por las características de las diferentes bombas y mediante las llamadas “caras características”.

Estas bombas no son muy utilizadas en las bodegas, motivado por su falta de autoaspiración, y además por introducir en el vino o mosto transportado una gran cantidad de aire, bien procedente de un mal acoplamiento en la tubería de aspiración o bien a través de la junta existente entre la carcasa y el eje de giro. En la actualidad ambos problemas están superados, existiendo bombas centrífugas autoaspirantes, también llamadas de “anillo líquido” o con otros dispositivos que cumplen el mismo cometido y que evitan la entrada de aire mediante sistemas de cierre totalmente herméticos.

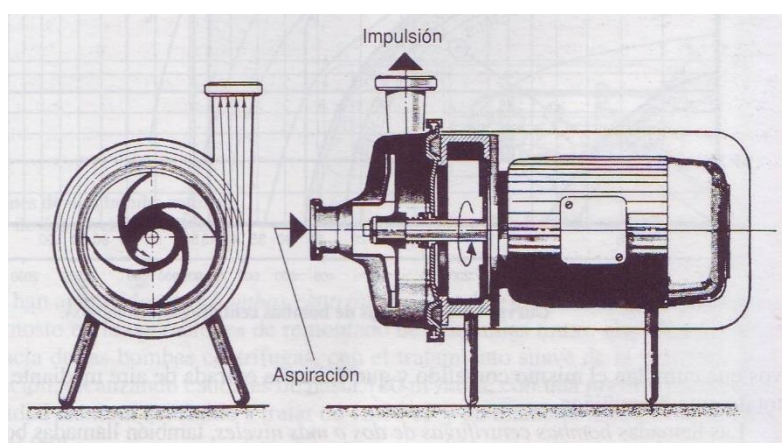


Ilustración 73: Bomba centrífuga rotativa no autoaspirante.

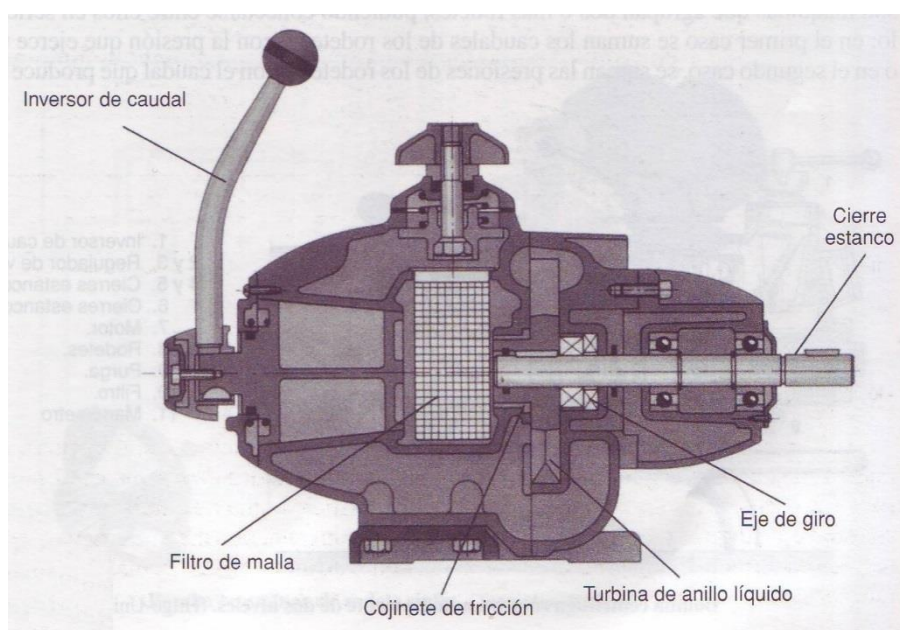


Ilustración 74: Bomba centrífuga rotativa no autoaspirante de anillo líquido.

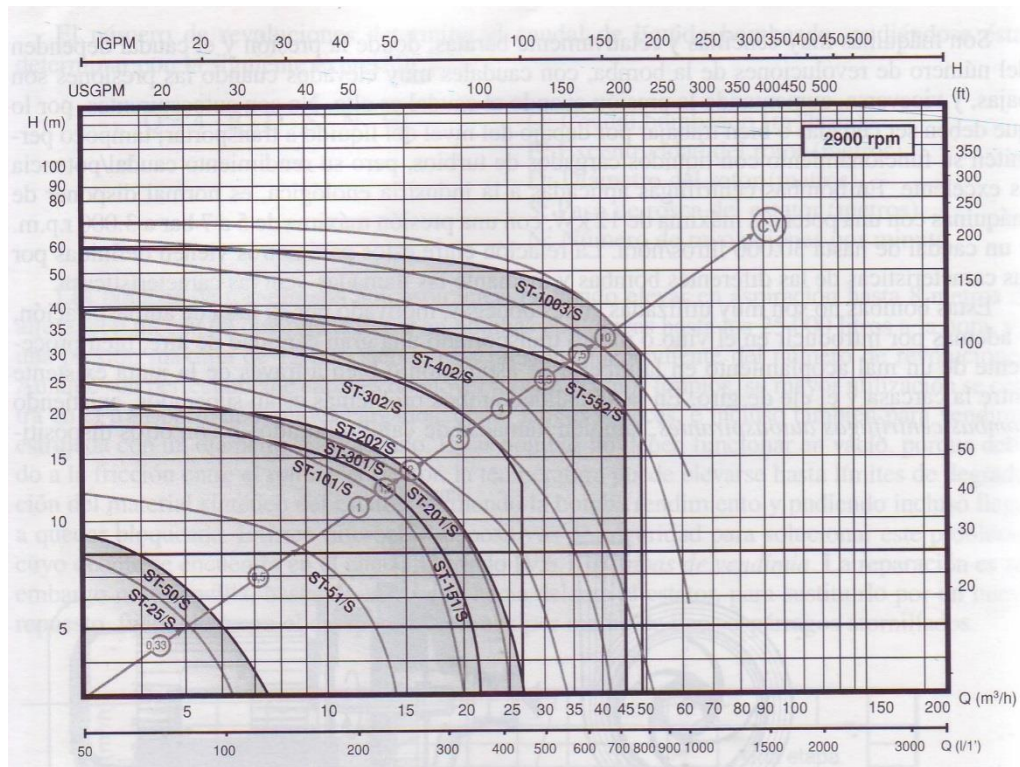


Gráfico 13: Curvas características de bombas centrífugas.

Las llamadas bombas centrífugas de dos o más nieles, también llamadas bombas reguladoras, son máquinas que agrupan dos o más rodets, pudiendo conectarse entre ellos en serie o en paralelo; en el primer caso se suman los caudales de los rodets y con la presión que ejerce uno de ellos, o en el segundo caso, se suman las presiones de los rodets y con el caudal que produce uno de ellos.

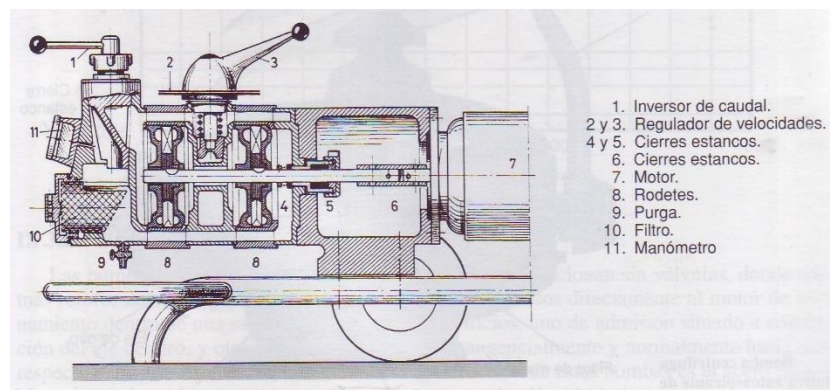


Ilustración 75: Bomba centrífuga rotativa autoaspirante de dos niveles.

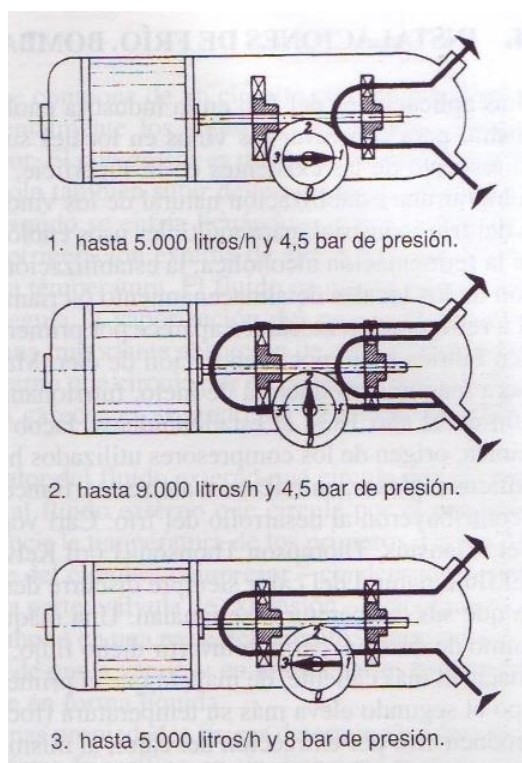


Ilustración 76: Conmutaciones de una bomba centrífuga rotativa autoaspirante de dos niveles

Recientemente han aparecido unas bombas centrífugas de rodete sinfín muy adecuadas para el movimiento de mosto en la operaciones de remontado de vendimias tintas, que armonizan la simplicidad y eficiencia de las bombas centrífugas, con el tratamiento suave de la vendimia que requiere esta operación; alcanzando caudales de hasta 120 m³/hora, con una presión máxima de 9,5 bar, una viscosidad máxima del fluido a tratar de 1000cP y un diámetro máximo de sólidos en suspensión de 50 mm.

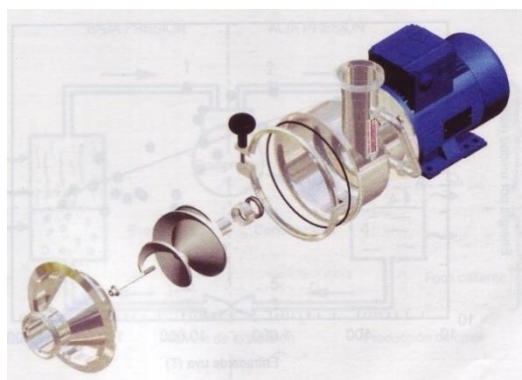


Ilustración 77: Bomba centrífuga de rodete sinfín.

3.6. TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS

El transporte de los mostos y los vinos entre depósitos u otros elementos de la bodega es una operación que se realiza con frecuencia, por lo que ésta debe ser racionalizada, utilizando generalmente tuberías por donde discurre el vino, impulsándolos en la mayor parte de las ocasiones por medio de bombas y en algunas otras bajo la acción de la gravedad o mediante la sobrepresión de un gas.

Hoy día las conducciones de la industria alimentaria deben ser totalmente accesibles, instalándose para facilitar su manejo a una altura máxima de una persona, y siempre colocadas por el exterior de los paramentos para permitir un mejor mantenimiento. Las instalaciones de conducción de mostos o vinos en las bodegas, pueden ser realizadas de tres maneras posibles:

- Conducciones fijas. Donde la instalación es amovible, utilizándose casi siempre tuberías rígidas, debiendo diseñarse con mucha atención para permitir la circulación de los mostos o vinos en todas las situaciones. Se trata de instalaciones muy cómodas de manejar, con elevado coste, y a las que se debe prestar una gran atención en las operaciones de limpieza y mantenimiento. Se utilizan sobre todo en bodegas de gran tamaño o cuando se deben salvar grandes distancias.
- Conducciones móviles, donde por el contrario las tuberías son flexibles y por lo tanto transportables, tratándose de instalaciones más baratas y polivalentes, más incómodas de manipular, empleándose sobre todo en bodegas pequeñas o cuando se trata de salvar pequeñas distancias. La limpieza de estas conducciones es una operación importante, aunque se realiza con una menor frecuencia por su utilización continuada, lo que impide la acumulación del vino en su interior.
- Conducciones mixtas. Donde una parte de la instalación es fija dependiendo de la repetitividad de las operaciones o de las distancias a transportar, y otra parte de la instalación es móvil en función de la multiplicidad de los trabajos o de las distancias a salvar más reducidas. Esta es la solución ideal para las conducciones de las bodegas, donde en función de los tipos de operaciones a realizar, tendrá mayor o menor peso uno u otro tipo de instalación.

3.6.1. NOCIONES GENERALES

Las conducciones para líquidos en la industria alimentaria y por lo tanto también en la enología, deben cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ Construidas de materiales inatacables por el mosto o el vino, o por otro tipo de sustancias empleadas en su limpieza y desinfección.
- ✓ Nula cesión de sabores u olores extraños a los mostos o vinos.
- ✓ Elevada resistencia mecánica a las manipulaciones normales de la bodega.
- ✓ Instalaciones estancas para evitar fugas de los líquidos, y dispuestas con ligera pendiente para evacuar fácilmente los restos contenidos en su interior.
- ✓ Racionalidad en la instalación, combinando conducciones fijas y móviles, utilizando los materiales más adecuados, y empleando la valvulería y accesorios imprescindibles, todo ello con objeto de presentar un costo razonable.
- ✓ Paredes interiores lo más lisas posible para evitar resistencias a la circulación, seleccionando el diámetro más adecuado en función de las condiciones de la bodega y también de las velocidades de circulación.
- ✓ Utilizar en la bodega el mismo diámetro en todas las conducciones, así como también el mismo tipo de rosca. Empleando preferentemente para las mismas la norma DIN NW.

Teniendo en cuenta la capacidad de los depósitos, las conducciones deberán poseer un diámetro adecuado, aunque hoy en día se considera que éstas nunca deben ser inferiores a los 50 mm de diámetro interior.

| Capacidad del depósito | Diámetro interior (mm) |
|------------------------|------------------------|
| Hasta 100 hl | 30 |
| 100 a 200 hl | 40 |
| 200 a 400 hl | 50 |
| Más de 400 hl | 60 |

Por otra parte, la velocidad del líquido dentro de las tuberías debe estar en régimen laminar, con valores comprendidos entre 0,7 – 1,5 m/s, evitando velocidades superiores que pueden hacer entrar al fluido en régimen turbulento, con los inconvenientes que conlleva la formación de remolinos, así como una mayor resistencia a la circulación o pérdidas de carga. A título comparativo, los gases deben circular a una velocidad de 15 a 25 metros/segundos, y el vapor de agua o aire comprimido de 20 a 30 metros/segundo.

A unas velocidades de 1 a 1,5 metros/segundo se obtienen aproximadamente los siguientes caudales en función de los diámetros interiores:

| Diámetro interior (mm) | Caudal (litros/hora) |
|------------------------|----------------------|
| 25 | 1900 a 2900 |
| 40 | 4100 a 6200 |
| 50 | 7000 a 10500 |
| 65 | 12300 a 18500 |
| 80 | 18500 a 27800 |
| 90 | 23000 a 34500 |
| 100 | 28500 a 42500 |

Para un cálculo más exacto de los datos anteriormente expuestos, existen unos ábacos donde se relacionan los tres parámetros: diámetro interior de la tubería, velocidad del flujo y el caudal del mismo. Para las conducciones móviles, no es conveniente utilizar diámetros interiores superiores a los 50 mm, debido a su difícil manipulación motivada por su elevado peso.

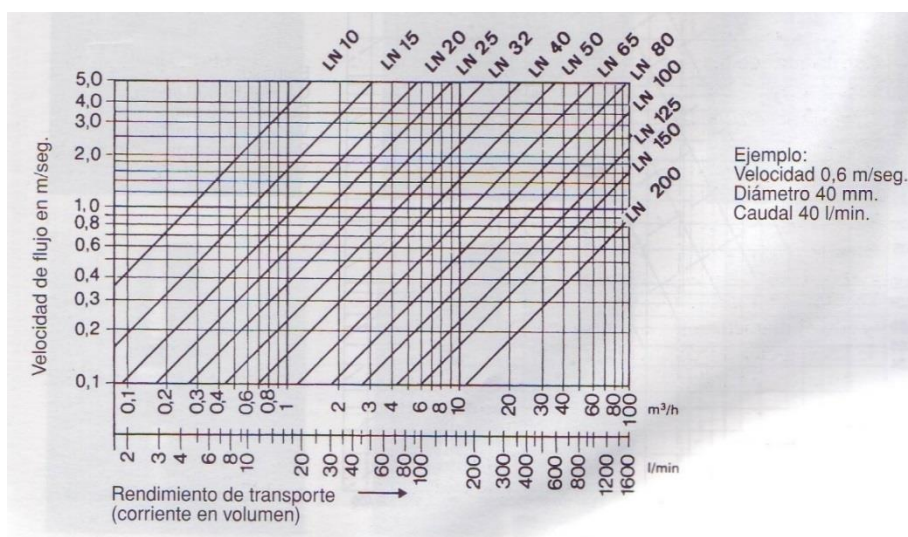


Gráfico 14: Velocidad de flujo de los líquidos, en función del caudal y diámetro de la tubería.

Las pérdidas de carga debidas a los rozamientos del líquido en el interior de la tubería, pueden ser calculadas con ayuda del ábaco adjunto u otros similares, expresándose los resultados en metros de una columna de líquido por cada 100 metros de tubería. Del mismo modo los accesorios de la tubería provocan pérdidas de carga, pudiéndose estimar en algunas piezas los siguientes valores:

$$\text{Pérdida de carga (metros)} = K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

V: velocidad del líquido (m/seg).

g: 9,81 (m/seg²)

| | Valores de K |
|-------------------|--------------|
| Codo de 45° | 0,35 a 0,45 |
| Codo de 90° | 0,50 a 0,75 |
| Pieza en T | 1,30 a 2,00 |
| Válvulas abiertas | 0,25 a 1,00 |

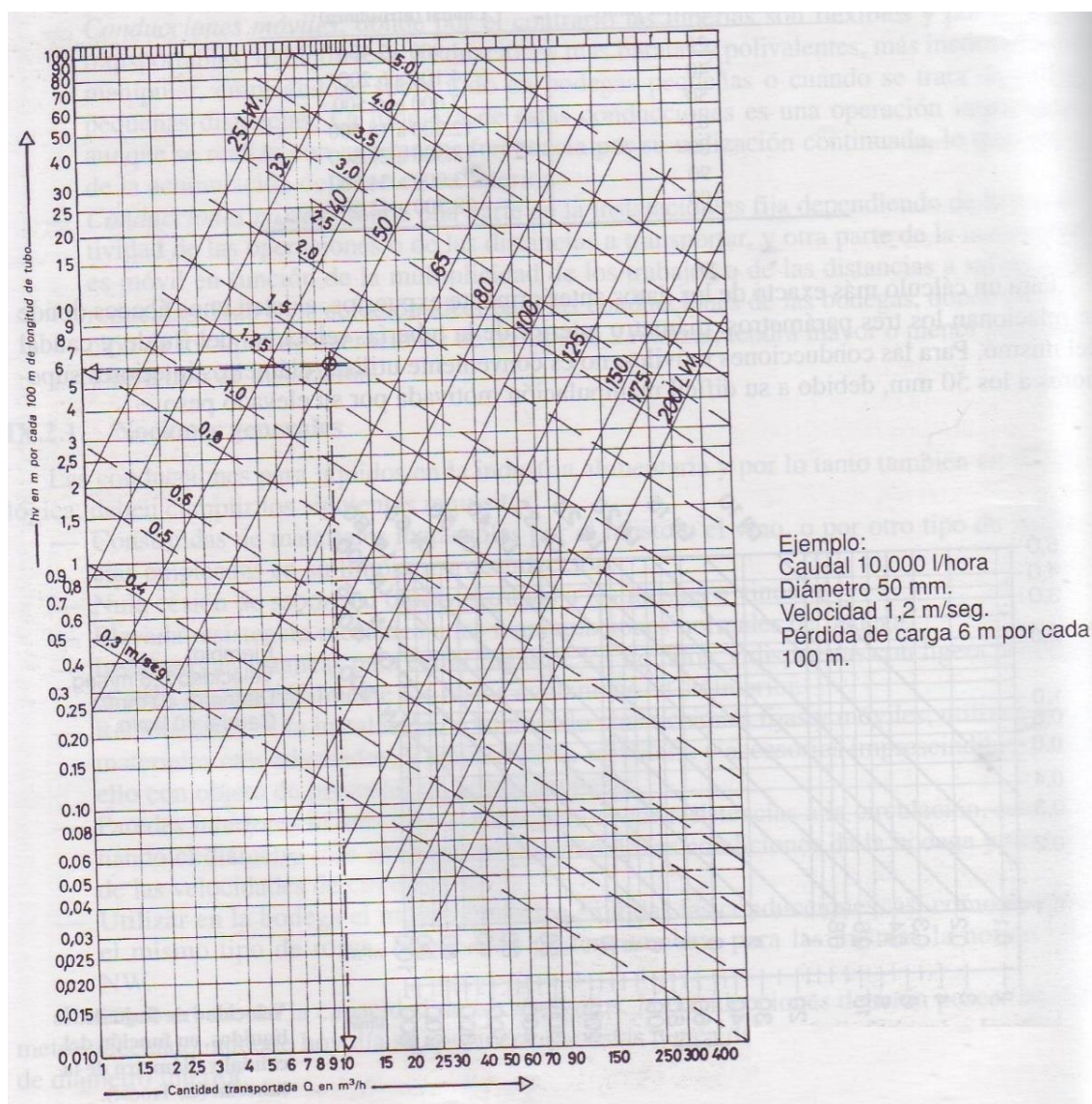


Gráfico 15: Pérdidas de carga en tuberías.

Las tuberías de conducción deben ser rotuladas exteriormente para reconocer la naturaleza del fluido que circula en su interior, así como señalar también por medio de una flecha el sentido de circulación, pudiendo también ser identificadas por medio del siguiente código de colores:

| Fluido que circula | Código de color |
|---------------------------|------------------------|
| Agua | Verde |
| Vapor de agua | Rojo |
| Aire comprimido | Azul |
| Gases | Amarillo |
| Ácidos | Naranja |
| Lejías | Violeta |
| Líquidos | Pardo |
| Vacío | Gris |

3.6.2. CONDUCCIONES FIJAS

Se emplean en instalaciones fijas o mixtas de largo recorrido, utilizándose mayoritariamente el acero inoxidable, y en menos ocasiones los materiales plásticos. Este tipo de conducciones deben instalarse con un desnivel de al menos un 0,5 por 100, para permitir el escurrido de los líquidos que pudieran contener, así como desmontarse mediante juntas roscadas, con el propósito de facilitar las operaciones de limpieza y mantenimiento. Su diámetro debe ser único y acorde con la dimensión estándar fijada para la capacidad de la bodega, empleándose preferentemente roscas redondeadas alimentarias tipo DIN, con atornilladuras estancas por medio de anillo de empaquetadura con perfil de media caña o tórico, y materiales de goma alimentaria o de tipo elástico similar resistente hasta los 200 °C.

Las conducciones de acero inoxidable se construyen casi siempre con la calidad AISI 304, aunque en algunas ocasiones es necesario utilizar el tipo AISI 316, estando simplemente decapadas en su interior y bruñidas por el exterior. Su elevado precio compensa la durabilidad, resistencia, inalterabilidad e higiene de este material, razones por las cuales hacen que hoy día sea considerado como el de mejor calidad para las conducciones que exige la industria alimentaria.

Las tuberías de material plástico son de coste más baratos, con paredes interiores bastante lisas, aunque pueden ser bastante deformables por lo que exigen mayor cantidad de anclajes que las de acero inoxidable, y en algunas ocasiones pueden ceder al vino sabores extraños.

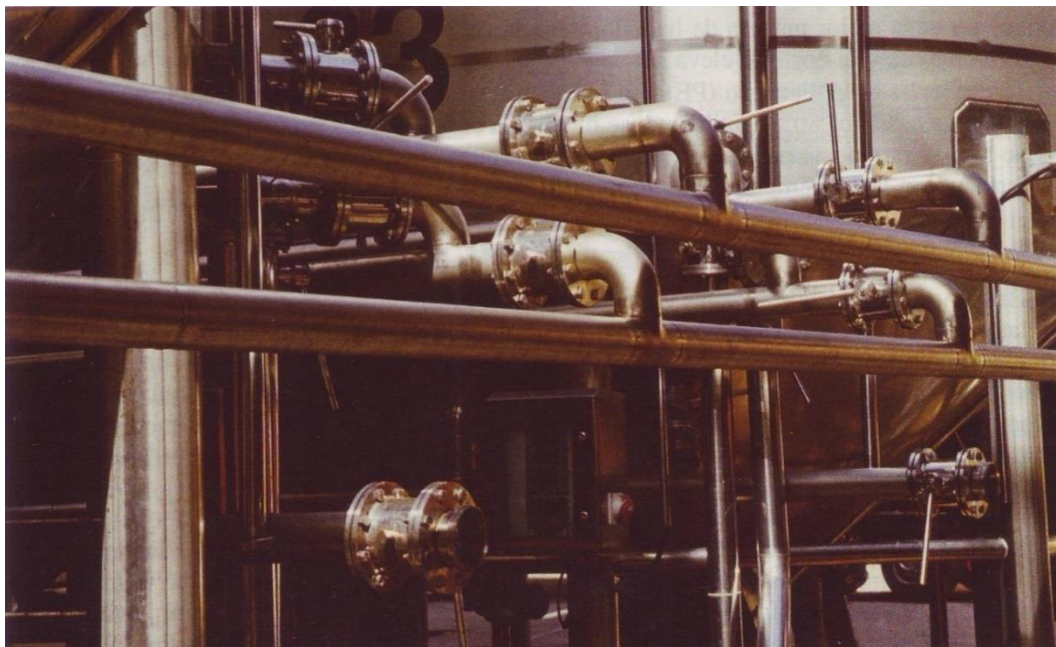


Ilustración 78: Tuberías fijas de acero inoxidable

Estas conducciones pueden dividirse según los siguientes materiales:

- Termoplásticos, como el polietileno (PE), cloruro de polivinilo (PVC), poliésterol (PS), polipropileno (PP), y poliamida (PA).
- Duroplásticos, como las resinas de poliéster y resinas epoxídicas.
- Plásticos celulares, como el poliésterol espumoso.

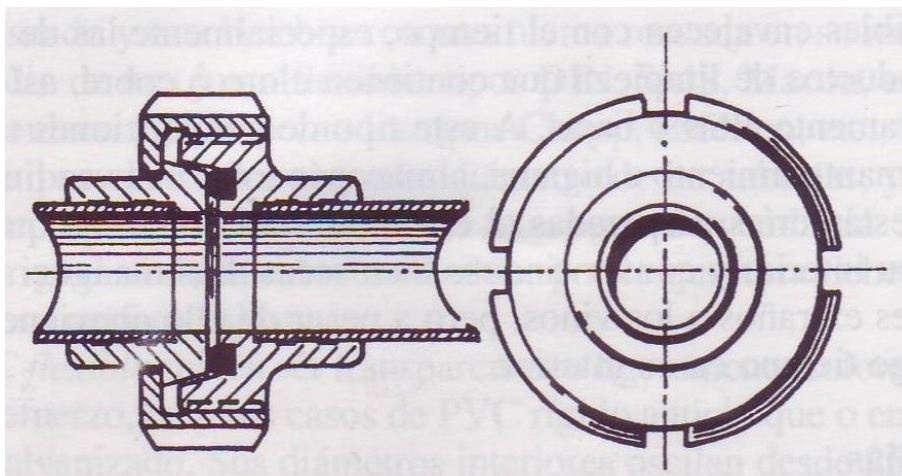


Ilustración 79: Unión de tuberías mediante atornilladura y anillo deformable.

Los tubos de PVC (cloruro de polivinilo) se conocen desde el año 1933, siendo un material quebradizo a bajas temperaturas, volviéndose elástico a partir de los 60°C. No cede sabores extraños a los vinos, es resistente a los ácidos, mal conductor del calor y de interior muy liso. Posee un elevado coeficiente de dilatación, del orden de siete veces más que el acero, por lo que en los anclajes la tubería debe deslizarse entre soportes de tipo horquilla. Generalmente las tuberías se unen mediante pegamentos especiales, siendo de este modo la instalación de menor coste, aunque no es la mejor manera de hacerlo, pues es conveniente que los tramos sean desmontables, en cuyo caso el coste se eleva notablemente hasta valores similares al acero inoxidable.

Las tuberías de polietileno (PE) son bastante flexibles, resisten muy bien las temperaturas bajas y altas hasta los 80°C, utilizándose mucho en conducciones enterradas, sobre todo para las de agua, y raramente para las de mosto o vino, pues pueden tomar sabores anormales cuando permanece largo tiempo en su interior.

3.6.3. CONDUCCIONES FLEXIBLES

Utilizadas en las bodegas en las instalaciones móviles o mixtas en pequeños recorridos, siendo los materiales más utilizados el PVC flexibles y el caucho, ambos en calidad alimentaria y con una superficie interior lo más lisa posible, para evitar las pérdidas de carga y sobre todo la acumulación de suciedad y restos de vino. La longitud de las tuberías flexibles viene determinada por las necesidades de la bodega, así como por las condiciones de suministro del fabricante, en distancias desde 50 metros en diámetros pequeños de 20 a 30mm, hasta los 20 a 30 metros en diámetros grandes de 80 a 100mm; utilizándose como elementos de unión unas piezas llamadas racores, para conectar las tuberías entre ellas o con otras instalaciones de la bodega: depósitos, bombas, etc.

Los racores pueden ser machos o hembras, contruidos preferentemente en acero inoxidable, disponiendo de unos casquillos, o cuellos nervados para introducirlos dentro de las mangueras y unas abrazaderas exteriores para asegurar su sujeción. Generalmente los racores son de rosca, con un macho roscado y una hembra con una tuerca roscada en su interior, asegurándose la estanqueidad por medio de una junta flexible: tipos DIN, SMS, Macon, etc. Existen otro tipo de racores sin rosca de enlace rápido, como los tipos Clamp, Esférico, etc., menos utilizados en el transporte de líquidos por el relativo pequeño diámetro de las tuberías, y muy empleados en tuberías de gran diámetro, como los mangones de transporte de vendimia. El diámetro interior de los racores debe ser igual al de la tubería flexible, por la que ésta deberá deformarse en la zona del casquillo para su perfecto ajuste.

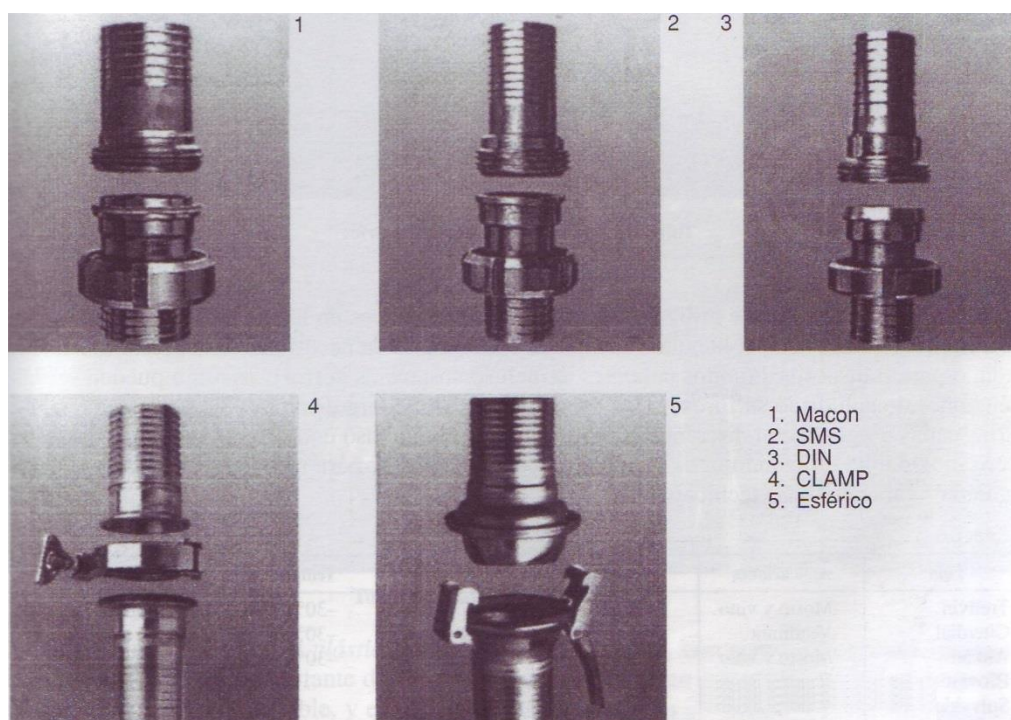


Ilustración 80: Algunos tipos de racores

Las tuberías de PVC flexible suelen ser transparentes o ligeramente coloreadas, llevando en su interior una espiral de refuerzo, en unos casos de PVC rígido antichoque o en otros son metálicas de acero inoxidable o galvanizado. Sus diámetros interiores oscilan desde 25 hasta 150 mm, con radios de curvatura proporcionales entre 260 hasta 1350 mm y un peso en vacío de 0,9 a 6,0 kg por metro. La presión máxima que puede soportar es de 8 a 9 kg/cm², y con un rango de temperaturas de utilización entre -15°C hasta +60°C.



Ilustración 81: Tuberías flexibles de PVC alimentario.

Las tuberías de goma se utilizan actualmente mucho menos en la industria enológica, debido a su precio más elevado, aunque se emplean en los casos de necesitarse una presión más elevada, o para transportar líquidos calientes, e incluso sustancias corrosivas como pueden ser las soluciones de anhídrido sulfuroso. La firma alemana Trelleborg dispone de unas mangueras de varias capas de goma con diferentes tejidos resistentes e incluso con una espiral de refuerzo de acero inoxidable, utilizando unos racores de rosca especiales para resistir la presión, y con las siguientes características técnicas:

| Tipo | Aplicaciones | Presión max. | Vacío max. | Temperaturas | Diámetros |
|-------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| Trellvin | Mosto y vino | 10 bar | 0,7 bar | -30 a +100°C | 38 a 75 mm |
| Citerdial | Vendimia | 6 bar | 0,9 bar | -30 a +80°C | 25 a 150 mm |
| Alikler | Mosto y vino | 10 bar | 0,0 bar | -30 a +100°C | 38 a 75 mm |
| Biovast | Vapor y agua | 6 bar | 0,0 bar | +165°C | 13 a 25 mm |
| Solvkyler | SO ₂ | 20 bar | 0,0 bar | - | 6 a 13 mm |

Las tuberías flexibles envejecen con el tiempo, especialmente las de goma, siendo bastante afectadas por los productos de limpieza que contienen cloro o cobre, así como también por las temperaturas excesivamente altas o bajas. A este tipo de conducciones también se las debe de prestar un adecuado mantenimiento e higiene, almacenándolas una vez limpias en posición recta e inclinada en unas estanterías preparadas al efecto, con el objeto de que el vino o el agua de limpieza escurra de su interior y conservándose bien secas. Las mangueras alimentarias no suelen comunicar sabores extraños a los vinos, pero a pesar de ello conviene evitar que el mosto o vino permanezca largo tiempo en su interior.

3.6.4 VALVULERÍA Y ACCESORIOS

Hasta hace no muchos años las válvulas se construían de materiales metálicos como el bronce, latón e incluso cobre estañado, siendo en la actualidad todos estos materiales desplazados por el acero inoxidable. En la construcción de las válvulas, en los últimos años no ha existido una mejora sustancial de las mismas, salvo en el tipo de material utilizado y en la eliminación de espacios muertos que permiten una mayor limpieza e higiene, existiendo en el mercado numerosos modelos de válvulas, tales como las de: compuerta, dos o tres vías, asiento recto o inclinado, membrana, bola, mariposa, etc. Siendo utilizadas en la industria enológica fundamentalmente las dos últimas por su sencillez y facilidad de manejo.

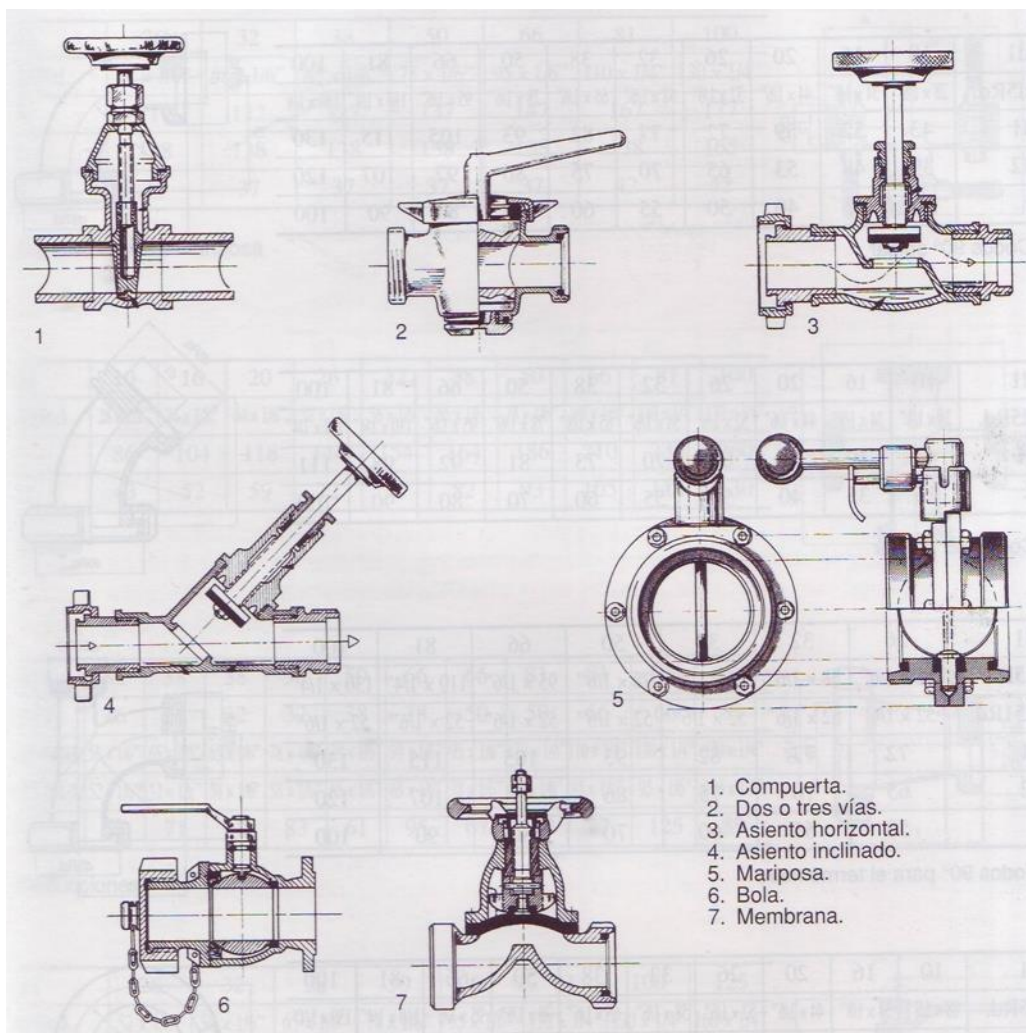


Ilustración 82: Diferentes tipos de válvulas

La válvula de mariposa o de disco, se compone de un círculo de acero inoxidable que gira 90° según su diámetro vertical dentro de la conducción, permitiendo el paso de líquido cuando se sitúa paralelo a la línea de corriente o impidiéndolo cuando se coloca en posición perpendicular a esta. Se trata de una válvula relativamente barata, muy higiénica por no contener restos de líquido en su interior, aunque no muy segura por cerrar sobre un anillo de goma situado en el asiento exterior del disco y especialmente cuando el líquido contiene sólidos, como los hollejos o pepitas en el caso de las vendimias. Con estas válvulas conviene disponer de un tapón de seguridad exterior, que siempre debe estar colocado como éstas permanezcan cerradas.

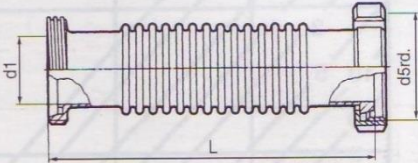
La válvula de bola se compone de una esfera taladrada según un diámetro horizontal, la cual puede girar en un ángulo de 90°, de tal modo que permite el paso de líquido o no según sea su posición. Son válvulas de costo más elevado por la mayor cantidad de material empleado en su construcción, muy seguras en su manipulación permitiendo el empleo de líquidos bastante cargados de sólidos, pero no excesivamente higiénicas al contener una cierta cantidad de líquido en su interior cuando permanecen cerradas, aunque en la actualidad existen bolas con un taladro en T que permiten el drenaje del mismo.

La manipulación de las válvulas se hace en la mayor parte de los casos de forma manual, aunque estas pueden ser automatizadas y comandadas desde la distancia mediante dispositivos electromagnéticos o por medio del aire comprimido o un fluido hidráulico.

Además de las válvulas, en las instalaciones de conducciones de mosto o vinos se utilizan una gran cantidad de accesorios, donde destacan los codos, tes, cruces, tapones, mirillas, tomamuestras, válvulas de seguridad, manguitos flexibles, etc. Que facilitan el manejo de las conducciones y también mejoran su seguridad.

| | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| d1 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 |
| d5Rd. | 52 × 1/6" | 58 × 1/6" | 65 × 1/6" | 78 × 1/6" | 95 × 1/6" |
| I2 | 227 | 233 | 235 | 239 | 268 |

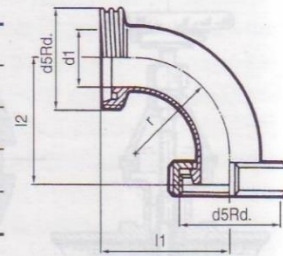
Manguitos flexibles



El diagrama muestra un manguito flexible con una longitud L, un diámetro exterior d1 y un diámetro interior d5Rd. El manguito está conectado a dos tuberías.

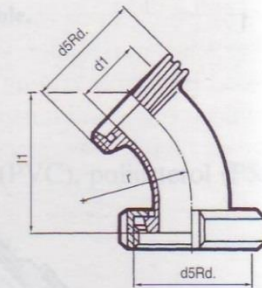
| | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| d1 | 10 | 16 | 20 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 |
| d5Rd. | 28 x 1/8" | 34 x 1/8" | 44 x 1/6" | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" |
| I1 | 43 | 52 | 59 | 72 | 77 | 82 | 93 | 105 | 115 | 130 |
| I2 | 39 | 48 | 53 | 65 | 70 | 75 | 86 | 97 | 107 | 120 |
| r | 26 | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |

Codos 90° soldar



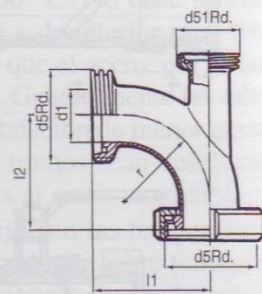
| | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| d1 | 10 | 16 | 20 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 |
| d5Rd. | 28 x 1/8" | 34 x 1/8" | 44 x 1/6" | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/8" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" |
| I1 | 43 | 49 | 54 | 65 | 70 | 73 | 81 | 92 | 98 | 111 |
| r | 26 | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |

Codos 45° soldar



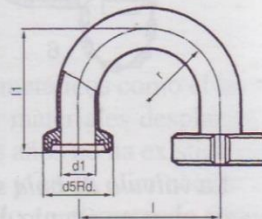
| | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| d1 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 |
| d5Rd. | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/8" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" |
| d51Rd. | 52 x 1/6" | 52 x 1/6" | 52 x 1/6" | 52 x 1/6" | 52 x 1/6" | 52 x 1/6" | 52 x 1/6" |
| I1 | 72 | 77 | 82 | 93 | 105 | 115 | 130 |
| I2 | 65 | 70 | 75 | 86 | 97 | 107 | 120 |
| r | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |

Codos 90° para el termómetro



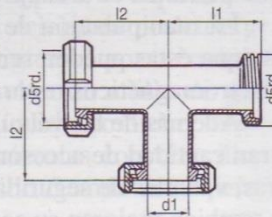
| | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| d1 | 10 | 16 | 20 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 |
| d5Rd. | 28 x 1/8" | 34 x 1/8" | 44 x 1/6" | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" |
| I | 52 | 70 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 |
| I1 | 43 | 52 | 59 | 72 | 77 | 82 | 93 | 105 | 115 | 130 |
| r | 26 | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |

Curvas 180°

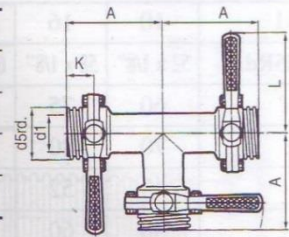


| | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| d1 | 10 | 16 | 20 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 |
| d5Rd. | 28 x 1/8" | 34 x 1/8" | 44 x 1/6" | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" |
| I1 | 43 | 52 | 59 | 72 | 77 | 82 | 93 | 105 | 115 | 130 |
| I2 | 39 | 48 | 53 | 65 | 70 | 75 | 86 | 97 | 107 | 120 |

Tes

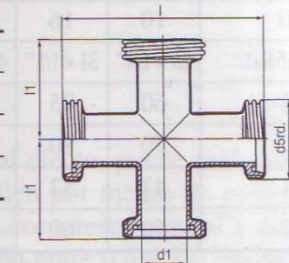


| | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| d1 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 |
| d5Rd. | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" |
| A | 117 | 122 | 127 | 137 | 147 | 167 | 177 |
| L | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 165 |
| K | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 42 | 42 |



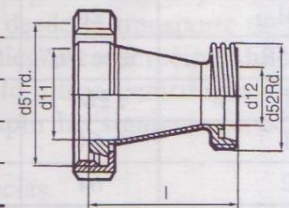
Tes con válvulas mariposa

| | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| d1 | 10 | 16 | 20 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 |
| d5Rd. | 28 x 1/8" | 34 x 1/8" | 44 x 1/6" | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" |
| I | 86 | 104 | 118 | 144 | 154 | 164 | 186 | 210 | 230 | 260 |
| I1 | 43 | 52 | 59 | 72 | 77 | 82 | 93 | 105 | 115 | 130 |



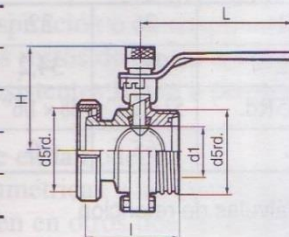
Cruces

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| d11 | 32 | 38 | 38 | 50 | 50 | 66 | 66 | 81 | 81 | 100 | 100 |
| d12 | 26 | 26 | 32 | 32 | 38 | 38 | 50 | 50 | 66 | 66 | 81 |
| d51Rd. | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" | 130 x 1/4" |
| d52Rd. | 52 x 1/6" | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" |
| I1 | 54 | 71 | 58 | 83 | 61 | 95 | 67 | 113 | 77 | 125 | 89 |



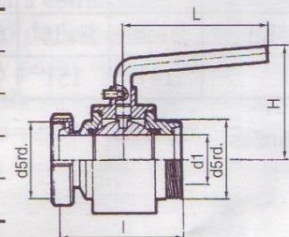
Reducciones

| | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| d1 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 | 125 |
| d5Rd. | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" | 160 x 1/4" |
| H | 86 | 89 | 92 | 98 | 106 | 112 | 120 | 134 |
| I | 82 | 82 | 82 | 83 | 84 | 94 | 97 | 124 |
| L | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 165 | 165 |



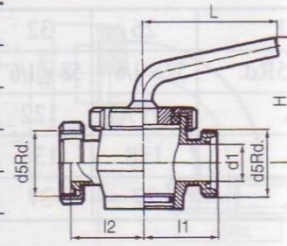
Válvulas mariposa

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| d1 | 10 | 16 | 20 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 | 125 |
| d51Rd. | 28 x 1/8" | 34 x 1/8" | 44 x 1/6" | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" | 160 x 1/4" |
| H | 55 | 57 | 60 | 100 | 100 | 105 | 115 | 145 | 155 | 167 | 200 |
| I | 94 | 99 | 103 | 112 | 104 | 115 | 129 | 141 | 161 | 180 | 252 |
| L | 70 | 70 | 70 | 150 | 150 | 150 | 150 | 180 | 180 | 220 | 250 |



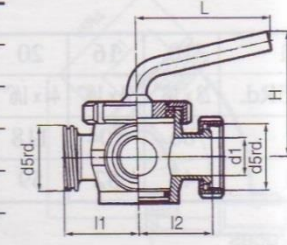
Válvulas de bola

| | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| d1 | 10 | 16 | 20 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 |
| d5Rd. | 52 x 1/8" | 58 x 1/8" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/6" | 130 x 1/6" | 160 x 1/6" |
| H | 60 | 75 | 75 | 110 | 118 | 123 | 136 | 163 |
| L | 70 | 80 | 80 | 123 | 123 | 135 | 143 | 158 |
| I1 | 43 | 52 | 59 | 59 | 67 | 73 | 82 | 102 |
| I2 | 50 | 60 | 68 | 70 | 75 | 80 | 90 | 110 |



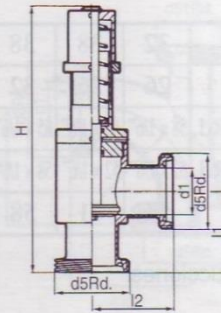
Grifos 2 vías

| | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| d1 | 10 | 16 | 20 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 |
| d5Rd. | 28 x 1/8" | 34 x 1/8" | 44 x 1/6" | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" |
| H | 60 | 75 | 75 | 110 | 118 | 123 | 136 | 163 |
| L | 70 | 80 | 80 | 123 | 123 | 135 | 143 | 158 |
| I1 | 43 | 52 | 59 | 59 | 67 | 73 | 82 | 102 |
| I2 | 50 | 60 | 68 | 70 | 75 | 80 | 90 | 110 |



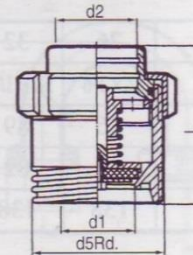
Grifos 3 vías

| | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| d1 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 |
| d5Rd. | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" |
| H | 260 | 262 | 270 | 283 | 308 |
| I1 | 64 | 70 | 80 | 85 | 100 |
| I2 | 64 | 70 | 80 | 85 | 100 |



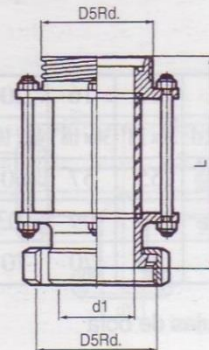
Válvulas de presión

| | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| d1 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 |
| d2 | 28,2 | 34,2 | 40,2 | 52,2 | 70,3 | 85,3 | 104,3 |
| d5Rd. | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" |
| L | 65 | 70 | 76 | 87 | 107 | 117 | 139 |



Válvulas de retención

| | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| d1 | 26 | 32 | 38 | 50 | 66 | 81 | 100 | 125 |
| d5Rd. | 52 x 1/6" | 58 x 1/6" | 65 x 1/6" | 78 x 1/6" | 95 x 1/6" | 110 x 1/4" | 130 x 1/4" | 160 x 1/4" |
| L | 141 | 151 | 151 | 167 | 180 | 190 | 226 | 255 |



Mirillas

3.7. DEPÓSITOS DE FRÍO

3.7.1. DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO

La historia de los depósitos de fermentación o almacenamiento de los vinos es tan antigua como la vida de éstos, pues surgen como necesidad de recoger los productos derivados de la vid. Mientras el hombre comía directamente las uvas frescas, o las dejaba pasificar para su conservación y posterior consumo como alimento sólido, no se le presentaban dificultades en su almacenamiento; sin embargo al transformarlas en vino aparece el problema de disponer de un recipiente de suficiente volumen capaz de contener y conservar este precioso líquido. Sin duda el otro líquido indispensable, el agua, lo bebía directamente de los ríos o masas de agua situados en las cercanías de su asentamiento, o como mucho lo almacenaba en pequeños recipientes para su consumo diario.

El hombre a lo largo de la historia construyó recipientes de mayor o menor volumen para contener líquidos y entre ellos el vino, cada vez más perfectos y herméticos, a medida que su tecnología evolucionaba en el tiempo, y utilizando en un principio materiales que encontraba fácilmente en su entorno. Al extenderse el cultivo de la vid desde su probable cuna en Asia Menor, hasta casi todas las tierras ribereñas del mar Mediterráneo, en las del sur a falta de otros materiales, se construyeron recipientes de barro secado o cocido, mientras que en las tierras del norte, más húmedas y fértiles, se utilizó la madera de sus bosques como material abundante y de fácil manipulación. Incluso en algunas zonas se emplearon recipientes contruidos en piedra, a veces de considerables dimensiones, donde debido a su forma de vaso sin posibilidad de hermetizarse por su parte superior, el vino se alteraba con gran rapidez y acabaron utilizándose exclusivamente para la fermentación de la vendimia. Los tradicionales «lagos» de piedra de la Rioja Alta y Alavesa, donde cada vez menos se elaboran vinos de «cosechero» por el ancestral método de la maceración carbónica, son vestigios de este tipo de recipientes.

Los depósitos de barro más conocidos como tinajas, salvo por su mayor fragilidad y su menor posibilidad de alcanzar grandes volúmenes, siempre presentaron mayores ventajas frente a los contruidos en madera, ya que su hermeticidad e inercia fisicoquímica frente al vino contenido es superior. Estos recipientes casi nunca tienen una capacidad superior a los 100 a 200 hectolitros, debido a las limitaciones que presenta su proceso de construcción, con una típica forma de pera invertida o cilíndrica con fondo cónico; estando dotados de una boca superior de gran diámetro difícil de hermetizar, y a veces con un pequeño orificio de salida en la parte inferior para el vaciado total. En nuestro país todavía existen algunas antiguas bodegas con tinajas, siendo muy típicas en la zona de Castilla-La Mancha, donde se disponen dentro de una estructura de madera llamada «empotros» que facilita el trabajo sobre las mismas.

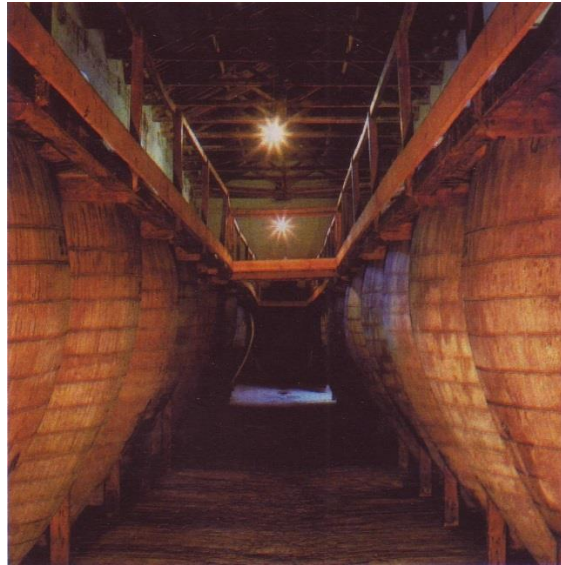


Ilustración 83: Bodega manchega con tinajas de barro cocido entre empotros

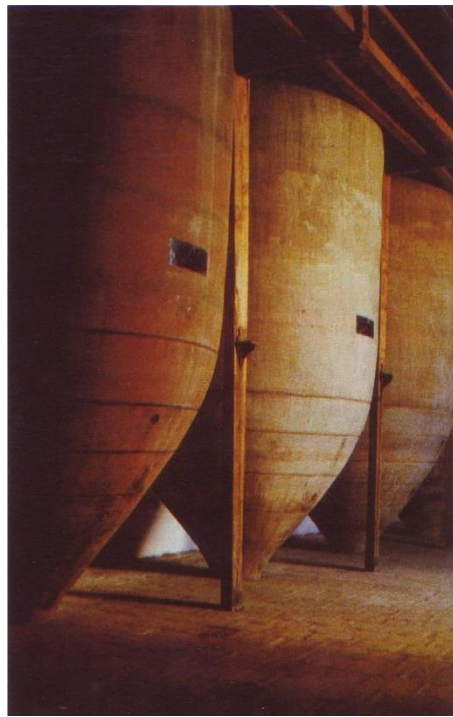


Ilustración 84: Tinajas de barro cocido de una bodega manchega.

Los envases de madera de gran capacidad conocidas como tinas construidas con diversos tipos de madera, destacando entre ellas el roble, presentan una forma troncocónica con la parte más ancha en la base, con tablas o duelas dispuestas verticalmente según la generatriz de esta forma geométrica, y unidas entre sí por medio de una serie de zunchos metálicos situados en la parte exterior del depósito. Su capacidad no suele exceder de los 300 hectolitros, aunque existen tinas de madera enormes, como una de 600.000 litros que se encuentra en las Bodegas Torres de Vilafranca del Penedés, donde en abril de 1904 se celebró en su interior una comida S.M. Alfonso XIII junto a 50 invitados, u otra en Bodegas y Viñedos Santa Ana de Mendoza (Argentina) con una capacidad de 300.000 litros de procedencia francesa de roble de Nancy, adquirida en la Exposición Industrial de Paris en el año 1920.

Una variante de los recipientes de madera son los bocoyes, que tienen una forma de huso truncado o de tonel dispuesto en posición horizontal respecto del suelo, también con elevadas capacidades, y muy utilizados años atrás como recipiente de transporte, o contruidos «in situ» en lugares de difícil acceso como en sótanos o cuevas.

Además de las tinas o bocoyes, existen una gran cantidad de recipientes de madera, ya de menor volumen, utilizados tradicionalmente como recipientes de transporte y muchos de ellos empleados hoy día para la crianza de los vinos: pipas, barricas, toneles, barriles. etc. cuya descripción se realiza más adelante cuando se describan los fenómenos de crianza.

Los recipientes de madera han sido poco a poco sustituidos por otro tipo de envases de mejor hermeticidad y más fácil mantenimiento, llegando casi a desaparecer del paisaje interior de las bodegas, aunque en estos últimos años han vuelto a surgir con fuerza, debido a su excelente estética y también a algunas ventajas que ofrecen en la elaboración de vinos tintos.

En la evolución de los envases vinarios, después del barro cocido y de la madera aparecieron los depósitos de hormigón armado, hacia finales del siglo XIX y principio del XX cuando se perfeccionó la tecnología de este material de construcción, tomando formas cilíndrica o prismática a menudo con paredes comunes si se disponen adosados en forma de batería. Cuando están bien contruidos son unos recipientes totalmente herméticos, no existiendo una limitación de volumen, siendo hoy día todavía muy utilizados sobre todo para el almacenamiento de vinos, pues presentan unas interesantes propiedades por su inercia térmica.

Al mismo tiempo que los anteriores recipientes, aparecieron los tanques o depósitos de acero con paredes de reducido espesor, casi siempre de forma cilíndrica, también sin limitaciones de capacidad, y siempre revestidos en su interior para evitar el contacto directo del vino con el metal. La evolución lógica de estos envases ha sido la utilización del acero inoxidable en su construcción, tal y como los conocemos hoy día, presentando un elevado número de ventajas como más adelante se describirán. La resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio ha sido otro tipo de material utilizado en la construcción de depósitos para mostos o vinos.

3.7.2. DEPÓSITOS DE ACERO

Los tanques de acero se empezaron a utilizar en enología no hace muchos años, primero con paredes de planchas de acero al carbono revestido exterior y sobre todo interiormente en la zona en contacto con el vino, para evitar su corrosión y cesión a éste de notables cantidades de hierro, mediante la aplicación de un revestimiento adecuado, donde destacan la resina epoxy o el esmalte vitrificado de mayor fragilidad. Estos depósitos son fáciles de construir, transportar e incluso colocar, presentando un excelente coeficiente de transmisión de calor del orden de 5 a 10 calorías/°C·m²·hora en un espesor de 3mm, que facilita la evacuación del calor en las vendimias o mostos en fermentación, y con unas elevadas condiciones de limpieza e higiene en sus paredes interiores.

El vitrificado o esmaltado se realiza en varias capas, aplicando primero una capa adhesiva de esmalte de fondo con adición de óxido de cobalto, hierro o níquel para mejorar la adherencia a la superficie del acero, y luego dos o tres capas del esmalte de cobertura llegando en ocasiones hasta 10 a 12 mm de espesor, siendo vitrificadas a una temperatura de fusión de 960° a 1000° C.

Las obligadas operaciones de mantenimiento del revestimiento, hicieron evolucionar hacia el empleo del acero inoxidable de mayor coste, pero de mejores prestaciones que el anterior, siendo hoy día el material por excelencia utilizado en la totalidad de la industria alimentaria.

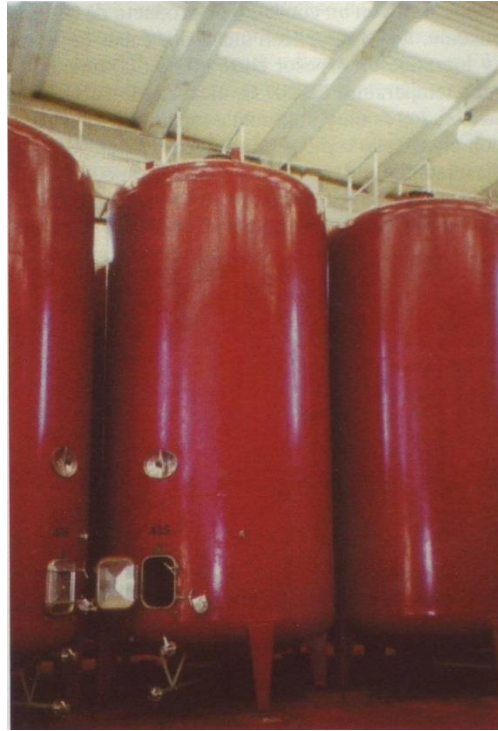


Ilustración 85: Depósitos de acero al carbono revestidos interiormente con esmalte vitrificado, sobre patas.



Ilustración 86: Depósitos autovaciantes de descube controlado irregular, contruidos en acero al carbono revestido.

3.7.2.1. DEPÓSITOS DE ACERO INOXIDABLE

Conocido desde principios del siglo XX, su utilización en alimentación data de la década de los años cuarenta, y en enología es posterior hacia las décadas de los setenta y ochenta, debido al éxito en las industrias láctea y cervecera. Las prestaciones de este material se resumen en los siguientes aspectos:

- Fácil limpieza y esterilización.
- Nula cesión de componentes y ausencia de sabores extraños.
- Material resistente, duradero y sin mantenimiento.
- Depósitos transportables y polivalentes.
- Excelente relación calidad-precio.

Los aceros inoxidable son aleaciones de hierro con otros metales, que le confieren una elevada resistencia a la corrosión, pudiendo ser de tipo magnético aleados con el cromo (serie 400), dentro de los cuales se encuentran los aceros martensíticos y los ferríticos, o bien de tipo no magnético aleados con el cromo y níquel (serie 300), entre los que se incluyen los austeníticos, siendo estos últimos los utilizados en la fabricación de depósitos. Los aceros inoxidable se definen según distintas normas internacionales, empleándose sobre todo en nuestro país la AISI norteamericana, en dos tipo de acero inoxidable para calderería: AISI 304 y AISI 316. La equivalencia de estos materiales con otras normas se detalla a continuación:

| NORMA | TIPOS DE ACEROS INOXIDABLES | |
|--------------------|------------------------------------|-------------------|
| AISI (USA) | 304 | 316 |
| AFNOR (Francia) | Z6CN 18/10 | Z3CND 18/12 |
| DIN (Alemania) | X5CrNi 18/10 | X5CrNiMo 18/10 |
| UNE (España) | X6CrNi 18/10 | X6CrNiMo 17/12/03 |
| SIS (Suecia) | 23-32 | 23-47 |
| BSI (Gran Bretaña) | 302 S 15 | 316 S 31 |

Las propiedades físicas del acero inoxidable, a temperatura ambiente y en estado de temple austenítico, se resumen en las siguientes:

- Módulo de elasticidad: 20300 kg/mm².
- Resistividad eléctrica: 75 cm.
- Peso específico: 7,9 gramos/cm³.
- Calor específico: 0,12 kcal/kg·°C.
- Conductiidad térmica: 0,035 cal/cm²·s·°C.

Las diferencias que existen entre los aceros inoxidable AISI 304 y AISI 316, se explican según su composición en la aleación:

| | AISI 304 | AISI 316 |
|----------------|-----------------|-----------------|
| Carbono..... | <0,08% | <0,06% |
| Manganeso..... | <2,00% | <2,00% |
| Silicio..... | <1,00% | <1,00% |
| Fósforo..... | <0,045% | <0,045% |
| Azufre..... | <0,030% | <0,030% |
| Cromo..... | 10,0 a 20,0% | 16,0 a 18,5% |
| Níquel..... | 8,0 a 10,5% | 11,0 a 14,0% |
| Molibdeno..... | - | 2,0 a 3,0% |

La proporción de cromo garantiza, a partir de 12 por 100 la resistencia del acero a la oxidación, siendo además a partir del 17 por 100, especialmente resistente a los ácidos oxidantes, como por ejemplo el ácido nítrico. La fracción de níquel hasta aproximadamente un 8 por 100, eleva la resistencia a la corrosión, pero solamente la existencia de al menos un 2 por 100 de molibdeno, hace que éste sea especialmente resistente a la acción de sustancias reductoras, como por ejemplo en anhídrido sulfuroso. En ocasiones se utiliza titanio (AISI 321) para fijar el carbono del acero en forma de carburo de titanio, aumentando la resistencia de las soldaduras y a las corrosiones intercrystalinas.

En la industria enológica lo habitual es utilizar el acero inoxidable AISI 304, aproximadamente un 20 a 30 por 100 más barato que el AISI 316, empleándose exclusivamente este último en las situaciones donde exista una elevada concentración de anhídrido sulfuroso, como los depósitos de agua sulfitada, mostos apagados con gas sulfuroso o en las partes altas de los depósitos de almacenamiento y sobre todo en los de fermentación, donde se produce una acumulación de este gas arrastrado por el anhídrido carbónico desprendido. Con este motivo los depósitos se suelen fabricar de acero inoxidable AISI 304, excepto la última virola, techo y sus complementos que son en AISI 316. El acero AISI 304 es capaz de resistir niveles de anhídrido sulfuroso libre en los vinos de hasta 700 a 800 mg/litro de anhídrido sulfuroso libre.

Las propiedades de inoxidable del acero de la aleación, se deben a la formación de óxido de los otros metales minoritarios, que forman una barrera o “capa pasiva” de pequeño espesor de algunas moléculas e impidiendo la oxidación del hierro. Esta capa pasiva se forma de manera espontánea en la superficie del acero inoxidable, o puede ser forzada su aparición mediante el tratamiento con un ácido oxidante.

A pesar de lo dicho anteriormente, el acero inoxidable puede degradarse en determinadas aleaciones, según los siguientes tipos de corrosiones:

Durante la soldadura:

- Corrosión a alta temperatura: debido a la formación de óxidos entre los metales de la aleación y el oxígeno del aire. Para evitar este inconveniente, las soldaduras deben hacerse al abrigo del aire, bajo una atmósfera de gas inerte, como el argón, o bien no sobrepasar las siguientes temperaturas, que dependen de la composición del acero inoxidable:

| TEMPERATURA LÍMITE DE SOLDADURA | |
|---------------------------------|--------|
| 13%Cr | 830°C |
| 17%Cr | 850°C |
| 18%Cr+2%Mo | 1000°C |
| 25%Cr+5%Ni+1,5%Mo | 1070°C |
| 18%Cr+9%Ni | 850°C |
| 17%Cr+12%Ni+2,5%Mo | 850°C |
| 18%Cr+14%Ni+3,5%Mo | 850°C |
| 20%Cr+25%Ni+4,5%Mo+1,5%Cu | 1000°C |
| 25%Cr+20%Ni | 1150°C |

Normalmente la temperatura del cordón de soldadura es de 1400 a 1500°C.

- Corrosión en metales líquidos en el proceso de soldadura, por oxidación con el oxígeno del aire.

Durante el uso posterior:

- Corrosión galvánica: producida cuando existe en el depósito un elemento u accesorio fabricado de otro material, como por ejemplo acero o hierro comunes.
- Corrosión por contacto o de aireación diferencial al recubrirse de acero inoxidable de una capa de tartratos o por la acción reductora del anhídrido sulfuroso, que impide la formación de la capa pasiva por oxidación. Las levaduras también pueden producir este fenómeno, debido a su capacidad reductora, produciéndose especialmente en los cordones de soldadura cuando estas no están pulidas y se acumula una importante cantidad de estos microorganismos.

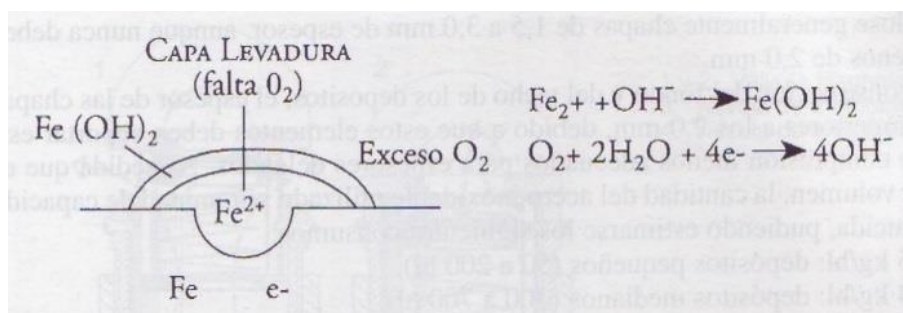


Ilustración 87: Corrosión por aireación diferencial

- Corrosión química por puntos: debida a la acción de elementos como el fluor, cloro, bromo, yodo, etc.
- Corrosión intercrystalina: en los aceros austeníticos que contienen pequeñas cantidades de ferrita más rica en cromo y menos en níquel, pueden producirse corrosiones por ausencia de estos metales.

El empleo de aleaciones adecuadas para cada caso, impiden una posible corrosión del acero inoxidable, pudiendo ser reparada la superficie afectada mediante un lijado previo de la misma, y luego reponiendo la capa pasiva por una aplicación de ácido nítrico al 20 por 100 en caliente a una temperatura de $80^\circ C$. Las chispas de soldadura y los roces con otros metales son origen de posibles corrosiones, por lo que es conveniente proteger el acero inoxidable en la fase de su manipulación en los talleres, con una lámina adhesiva de plástico, que luego pueda ser retirada con facilidad.

La terminación de la superficie tiene también una gran importancia, siendo las superficies lisas menos degradables que las rugosas, presentando una menor adherencia de los tartratos o de la suciedad, y siendo además más fáciles de limpiar. Los acabados de las superficies del acero inoxidable pueden ser las siguientes:

- V. "Superficie pulida alto brillo". No se utiliza en depósitos por su elevado precio.
- IV. "Superficie pulida". Se emplea en algunos depósitos. Existen distintos tipos de acabado en función del tamaño del grado de pulimento: 180 a 320.
- IIIId. "Superficie recocida brillante con gas protector". Se utiliza en depósitos alimentarios.
- IIIc. "Superficie laminada en frío, tratada por calor y relaminado". Se utiliza en depósitos alimentarios.
- IIIb. "Superficie laminada en frío, tratada por calor y decapado". Excesivamente rugosa para depósitos alimentarios.
- IIa. "Superficie laminada en caliente, tratada por calor y decapado". Excesivamente rugosa para depósitos alimentarios.

Los depósitos de acero inoxidable se construyen de forma cilíndrica, a base de una sucesión de virolas unidas por soldadura y de una anchura cada una de ellas estandarizada con la de las bobinas del fabricante. En estas condiciones, las paredes de los depósitos trabajan a tracción, donde este material es especialmente resistente impidiendo la deformación del mismo y permitiendo además el empleo de espesores muy reducidos, que abaratan mucho la construcción de los mismos. Las virolas de mayor espesor se sitúan en la parte baja del depósito, donde los valores de la presión son más elevados, pudiendo reducirse a medida que se colocan más hacia arriba, utilizándose generalmente chapas de 1,5 a 3,0 mm de espesor, aunque nunca deberían instalarse con menos de 2,0 mm.

Para la construcción del fondo y del techo de los depósitos, el espesor de las chapas de acero inoxidable superiores a los 2,0 mm, debido a que estos elementos deben soportar esfuerzos de flexión y de compresión menos adecuados para espesores delgados. A medida que el depósito es de mayor volumen, la cantidad del acero inoxidable utilizado por unidad de capacidad es cada vez más reducida, pudiendo estimarse los siguientes consumos:

- 4 a 5 kg/hl: depósitos pequeños (50 a 200 hl).
- 3 a 4 kg/hl: depósitos medianos (300 a 700 hl).
- 2 a 3 kg/hl: depósitos grandes (1000 a 2000 hl).

Los depósitos de acero inoxidable pueden construirse sobre patas, siendo de mayor costo pero movibles, o bien construirse sobre bancada de menor precio; los primeros tienen una limitación de volumen de hasta 500 a 700 hl, utilizándose sobre todo cuando se precisa elevar el depósito más de lo normal, por ejemplo en el caso de autovaciantes de tintos, mientras que los segundos no presentan una limitación de volumen, pudiéndose alcanzar capacidades millonarias.

La unión de chapas se realiza por medio de soldadura, siendo éste un aspecto de gran importancia para evitar la aparición de tensiones e incluso poros en los cordones. El mejor sistema de soldadura se hace por laminado, bajo una atmósfera inerte de argón o mezcla de helio y argón, y con un electrodo de tungsteno no combustible, por un procedimiento conocido como TIG. Después de la soldadura el cordón debe ser limpiado y a continuación pasivado para evitar posibles corrosiones. Para eliminar la oxidación producida en los procesos de soldadura se utiliza una mezcla de ácido nítrico al 10 a 25 por 100 y ácido fluorhídrico al 1 a 8 por 100, a una temperatura de 25° a 60°C y durante 5 a 50 minutos, debiendo enjuagarse luego con agua abundante.

Los accesorios son una parte de los depósitos, debiendo adecuarse a su utilización, siendo definidos por el enólogo de la bodega, aunque de manera orientativa se relacionan según las siguientes dos categorías que nos compete:

Depósitos de almacenamiento:

- Tapa superior de 400 mm de diámetro, con cuello de al menos 300.
- Puerta frontal ovalada de apertura interior, con un tamaño de 340 x 460 mm en depósitos de menos de 1000hl de capacidad, o de 400 x 500 mm en volúmenes superiores.
- Dos salidas, una de fondo para el vaciado total y otra lateral situada en la parte baja del cilindro, con un diámetro interior de 50 mm para depósitos menores de 8000 hl y hasta 80 y 100 mm en volúmenes superiores. Válvulas de mariposa con rosca alimentaria normalizada (DIN NW), con tapón de seguridad exterior.
- Grifo tomamuestras y tubo de nivel lateral con cierre opcional.

- Válvula de doble efecto de seguridad para la salida y entrada de aire en el depósito, situada en el cuello o la tapa superior del mismo.
- Opcionalmente pueden instalarse un codo decantador colocado en la salida lateral, una bola de limpieza o similar en la parte superior del depósito, y un termómetro analógico lateral.

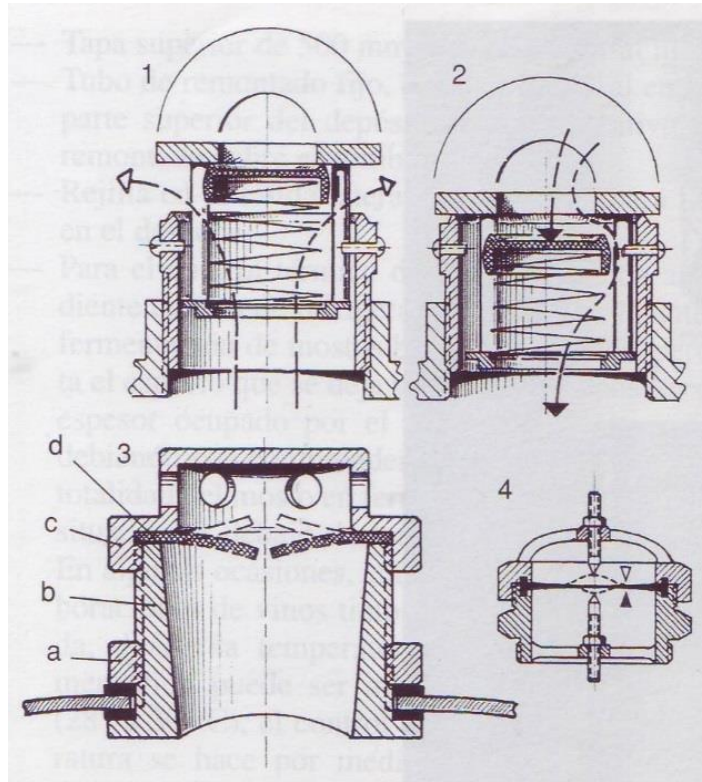


Ilustración 88: Válvula de seguridad para presión y depresión.

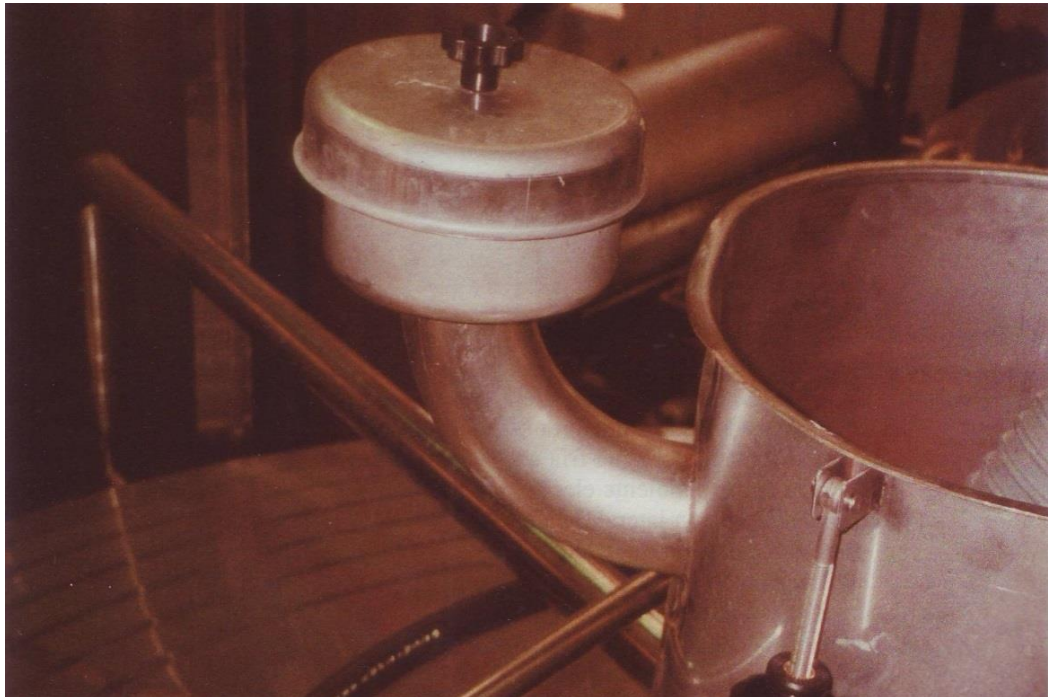


Ilustración 89: Válvula de seguridad tipo sifón, instalada en el cuello de la tapa de un depósito de acero inoxidable.

Depósitos isotérmicos:

- Puerta frontal ovalada de apertura interior, con un tamaño de 340x460 mm.
- Portillón isotérmico exterior con cierre hermético.
- Dos salidas, una de fondo para el vaciado total y otra lateral con codo decantador situada en la parte baja del cilindro, con un diámetro adecuado a su volumen y válvula de mariposa con rosca alimentaria y tapón exterior de seguridad.
- Grifo tomamuestras y tubo de nivel lateral con cierre opcional.
- Termómetro analógico lateral.
- Válvula de doble efecto de seguridad para la entrada y salida de aire en el depósito, situada en la parte superior del depósito.
- Aislamiento suficiente para garantizar una pérdida máxima en una semana de 1,5°C, con vino a una temperatura de -5°C y una temperatura exterior de 20°C. El aislamiento no deberá llevar juntas, y poseerá las correspondientes barreras antivapor e hidrófuga, además de una lámina exterior de aluminio o acero inoxidable decorativa de pequeño espesor.
- Opcionalmente pueden instalarse una tapa superior de 400mm de diámetro, con cuello de al menos de 300mm, así como una bola de limpieza o similar colocada en la parte superior del depósito.

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN MEJORADA

4.1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

El vino que trata la planta de frío diseñada en el presente proyecto ha sido previamente sometido a un prefiltrado que elimina los coloides protectores que se oponen a la precipitación. Posteriormente el vino es pasado por la planta de frío que en líneas generales consta de un intercambiador de calor de placas, en el que entra el vino a +28,3°C y sale a 0°C para el vino Fino o Fino Reñidero y para el Moscatel Blanco a -2,5°C; de aquí pasa a través de un intercambiador de calor de superficie rascada del que sale ya a la temperatura de -5,8°C en el caso del Fino o Fino Reñidero y a -12,2°C en el caso del Moscatel Blanco, éstas temperaturas son a las que se han podido observar en la bodega, en la que los vinos están cercanos al punto de congelación. Es muy importante la utilización de este tipo de intercambiador ya que a temperaturas muy bajas se libera el soluto (cristales) de la solución y se depositan en las superficies de intercambio y debido al mecanismo de funcionamiento de estos intercambiadores se elimina esa capa de ensuciamiento permitiendo un coeficiente de transferencia de calor relativamente elevado (Ver apartado 4.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA de la presente Memoria Descriptiva).

Posteriormente el vino es enviado al depósito isotérmico, donde permanece por un periodo de 14 días a la temperatura de tratamiento. Se mantienen durante este tiempo para conseguir optimizar el tratamiento de los 120000 litros de vino al año, siendo el tratamiento de 5000 litros de vino cada dos semanas. El tratamiento tiene que mantenerse lo más cercano la temperatura de entrada, con una subida aceptable de la temperatura de 1,5°C, para tener la certeza de que el vino ha sido estabilizado. Durante este período se producirá la precipitación de las sales tartáricas que se pretende evitar que ocurran en la botella. Estas sales tartáricas se depositan en el fondo de los depósitos.

Transcurrido este tiempo el vino pasará al filtro de placas con objeto de separar las partes sólidas insolubles. Una vez haya pasado por el equipo se hace dirigir el vino de nuevo por el intercambiador de calor de placas, donde pasa por un lado el vino estabilizado y filtrado a baja temperatura (fluido frío), con el otro vino a estabilizar a temperatura ambiente (fluido caliente).

El diagrama de flujo de la instalación es el siguiente:

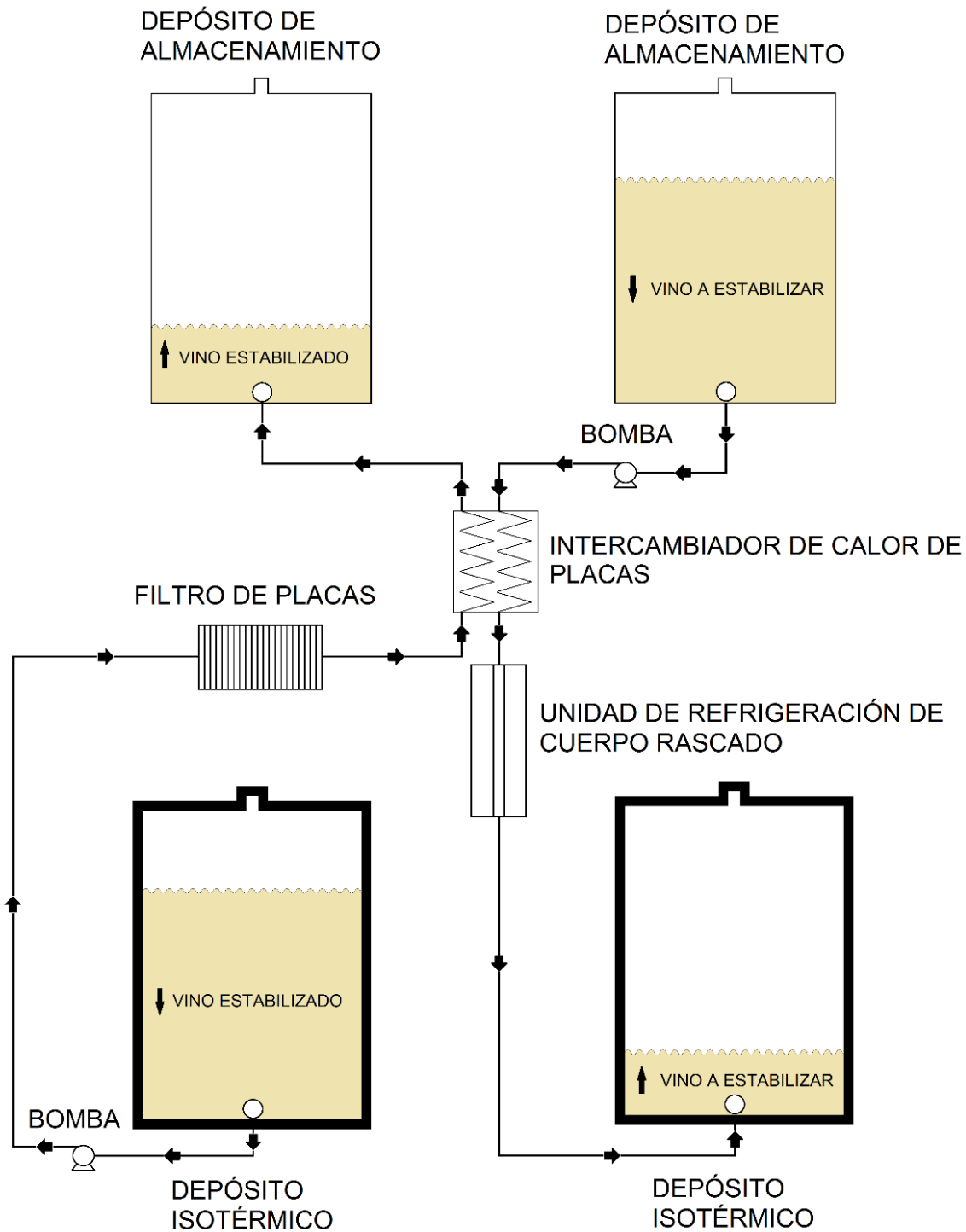


Ilustración 90: Diagrama de flujo de la instalación

4.2. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS

Las principales características del intercambiador de calor de placas se han descrito en el apartado “3.2. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS”. En él se describen las generalidades que caracterizan a este tipo de equipo. A continuación se facilitan las consideraciones de la selección de dicho equipo en la mejora del sistema de estabilización por frío y se detallan las principales características del modelo seleccionado.

4.2.1. SELECCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS

La solución adoptada del intercambiador de calor de placas para la mejora del sistema de estabilización por frío del presente proyecto presenta una serie de características que se dan a continuación.

Se utilizará un intercambiador de calor de placas ya que presenta múltiples ventajas, siendo las más destacadas, el baja área de transferencia necesaria, el poco espacio que ocupa, aunque suelen ser muy caros, la gran adaptabilidad que tiene puesto que se pueden quitar o poner placas según las necesidades del proceso, un hecho muy importante es que al ser fácil de desmontar se puede limpiar perfectamente consiguiendo de esta manera un alto grado de higiene, siendo esto necesario en la industria enológica.

El flujo usado en este equipo será flujo en contracorriente, ya que presenta un mayor intercambio de calor en esta distribución, y presentará un único paso.

El intercambiador de calor de placas utilizado mantendrá unidas las placas mediante juntas, ya que la presión y la temperatura de operación están muy por debajo de los límites que pueden alcanzar estos equipos mediante uniones por juntas, y por presentar un menor gasto económico que el resto de las formas de unión.

En conclusión, el equipo usado en la mejora del sistema de estabilización por frío del presente proyecto consistirá en un intercambiador de calor de placas con unión mediante juntas, con un flujo en contracorriente y con un solo paso.

4.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS SELECCIONADO

Se ha seleccionado el modelo **SC-N-4** de la empresa **INDELCASA** como intercambiador de placas para el proyecto (Ilustración 91: Perspectiva de la placa delantera del intercambiador de calor de placas SC-N-4).

La temperatura de diseño de este intercambiador de calor de placas es de una temperatura mínima de trabajo de -30 °C, que nunca será sobrepasada ya que la temperatura mínima de operación en la bodega es de -12,2°C, y una temperatura máxima de trabajo de 170 °C, que nunca será sobrepasada ya que la temperatura máxima de operación en la bodega es de 28,3°C. La temperatura máxima admisible dependerá del material de las juntas que evitan las pérdidas de fluido hacia el exterior.

Para este modelo el material de las juntas es de NBR (P), EPDM (P), FKM.

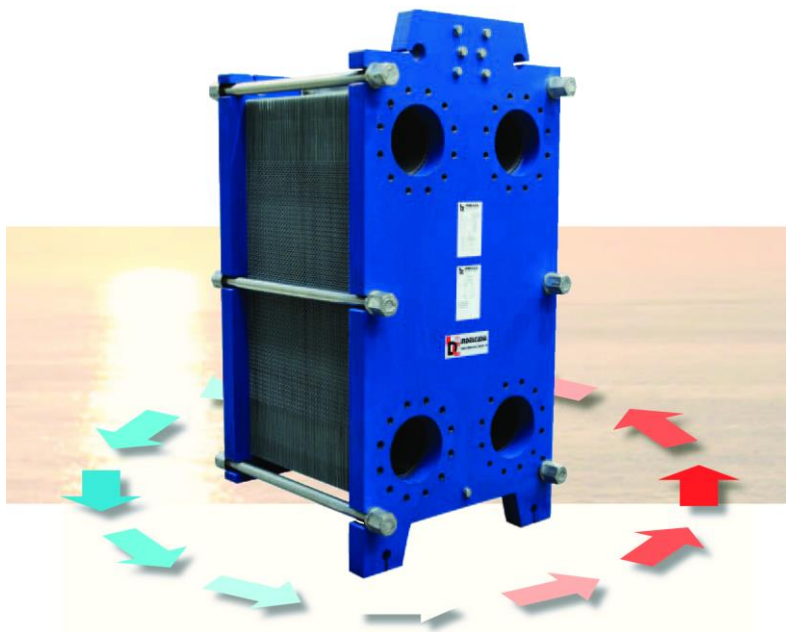


Ilustración 91: Perspectiva de la placa delantera del intercambiador de calor de placas SC-N-4

Las placas y todas las piezas son de acero inoxidable AISI 316, cumpliendo así con el REGLAMENTO (CE) n° 1935/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE.

El espesor de las placas es de 0,60 mm.

Las conexiones poseen un diámetro de 1 ¼ pulgadas.

El área del intercambiador de calor será de **0,7421 m²** y constará de **24 placas** térmicas (Ver apartado 2. DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS del ANEXO N°:1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS). Como se justifica en el apartado 2, en el que son necesarias 24 placas con el Moscatel Blanco y de 22 placas con el Fino o Fino Reñidero, para tal caso se retiraran 2 placas si estuvieran las 24 placas puestas.

4.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA

Las principales características del intercambiador de calor de superficie rascada se han descrito en el apartado “3.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA”. En él se describen las generalidades que caracterizan a este tipo de equipo. A continuación se facilitan las consideraciones de la selección de dicho equipo en la mejora del sistema de estabilización por frío y se detallan las principales características del modelo seleccionado.

4.3.1. SELECCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA

Las consideraciones de tomar como solución este equipo para completar el enfriamiento del vino hasta su temperatura próxima de congelación, desde 0°C a -5,8°C para el caso del vino

Fino o Fino Reñidero, o de $-2,5^{\circ}\text{C}$ a $-12,2$ para el caso del vino Moscatel Blanco.

Se justifica por el hecho de que cuando se enfría el vino hasta la temperatura próxima a su congelación aparecen incrustaciones siendo estas esencialmente:

- la precipitación (cristalización) de los tartratos
- la posible generación de capas de hielo.

También se suele utilizar este tipo de intercambiador de calor de superficie rascada cuando la viscosidad es muy alta, aunque este no es nuestro caso.

Los intercambiadores de calor de superficie rascada se han diseñado para dar solución a los problemas mencionados, en nuestro caso, la aparición de incrustaciones. Este equipo incrementa la transferencia de calor mediante la eliminación de dichas incrustaciones. El intercambiador de calor de superficie rascada por medio del uso de las paletas que continuamente limpian la superficie del intercambiador evitan la posible formación de cristales de tartratos y la posible generación de capas de hielo, consiguiendo de esta forma que la transferencia de calor sea mayor en este tipo de intercambiadores de calor que en los restantes.

En conclusión, se ha considerado mantener en la instalación un intercambiador de calor de superficie rascada en el presente proyecto con el objeto de enfriar el vino desde 0°C hasta $-5,8^{\circ}\text{C}$ en el caso del vino fino o fino reñidero, o de 0°C a $-12,2$ para el caso del vino moscatel blanco.

4.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA SELECCIONADO

Se ha seleccionado el modelo POLAR-10 de la empresa AGROVIN (Figura 4.3. Intercambiador de calor de superficie rascada Polar-10 (AGROVIN)). El número 10 hace referencia a la capacidad de enfriar de dicho equipo (10000 frigorías/h). Existen 6 capacidades frigoríficas diferentes para el modelo polar: 10000 frigorías/h, 20000 frigorías/h, 30000 frigorías/h, 40000 frigorías/h, 50000 frigorías/h y 60000 frigorías/h. Se eligió el modelo POLAR-10 por poseer una potencia nominal de 10000 frigorías/h, ya que la necesaria fue calculada obteniéndose un valor de 9847,10 kcal/h que vienen a ser 9847,10 frigorías/h, que son las necesarias para el vino Moscatel Blanco, que es para la peor condición de operación. De esta manera se asegura que el vino sea enfriado hasta la temperatura deseada (Ver apartado 3. DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA del ANEXO N°:1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS).

El equipo es idóneo para tratar: vino, mosto, zumo de fruta, vinagre y líquidos alimenticios en general. Por lo tanto está diseñada para el producto tratado en el proyecto.

El equipo puede operar en todo tipo de ambiente de trabajo, no siendo sensible a la humedad, al polvo, ni a las variaciones de temperatura, y menos aún a los ambientes particularmente corrosivos. Está construido íntegramente en acero inoxidable, cumpliendo así con el REGLAMENTO (CE) n° 1935/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE.

La temperatura de diseño del intercambiador de calor de superficie rascada es de 35°C y nunca será sobrepasada ya que la máxima temperatura a la que entra el vino en este equipo es de -2,5°C (corriente de salida del intercambiador de calor de placas).



Ilustración 92: Intercambiador de calor de superficie rascada Polar-10

Las características constructivas son:

- Compresor semihermético, con resistencia de cárter y presostato de aceite.
- Condensador refrigerado por aire con recipiente de líquido y válvula de seguridad.
- Evaporador de cuerpo rascado con agitador-rascador con motorreductor, válvula de regulación de flujo, mirilla de control, aislamiento de poliuretano y revestimiento exterior con acero inoxidable.
- Circuito frigorífico realizado con tubo de cobre, filtro, electroválvula solenoide, válvula termostática de expansión y separador de líquido.
- Bastidor único, sobre el que está montado todo el equipo, dotado de ruedas para su desplazamiento.
- El equipo incluye la carga de gas refrigerante según normativa europea reglamento 2037/2000 y aceite anticongelable.
- Cuadro eléctrico 380 V / 50 Hz dotado de seccionador, 2 termostatos digitales, mandos, automatismos para el funcionamiento de: compresor, rascador, bomba de vino, y ventiladores del condensador. Incluye control presostático de condensación.

El equipo está equipado de una serie de elementos de seguridad que, en caso de emergencia, bloquean su funcionamiento. Aunque hay que controlar periódicamente a través de la mirilla de salida que el flujo del producto sea regular.

El número de elementos principales del intercambiador de calor de superficie rascada y la potencia consumida por los mismos son:

- Un cuerpo rascado, con una potencia de 1,5 kW.
- Dos ventiladores, cada uno con una potencia de 0,20 kW.
- Un condensador, con una potencia de 23,8 kW.
- Dos compresores, uno con una potencia de 5,5 kW y el otro con una potencia de 7,5 kW.

El fluido refrigerante que se utiliza es el R-404A. Es una mezcla de tres tipos de refrigerantes, con las proporciones que se indican a continuación:

- El R-143A, con una concentración del 52%.
- El R-125, con una concentración del 44%.
- El R-134A, con una concentración del 4%.

El circuito del gas consiste en (Ilustración 93: Recorrido que realiza el fluido refrigerante en el intercambiador de calor de superficie rascada):

El fluido refrigerante sale del compresor como gas y se dirige hacia el condensador donde es enfriado hasta su saturación y es condensado totalmente. Después pasa por el filtro deshidratador, con el fin de eliminar las partículas no deseadas, y posteriormente pasa a la electroválvula donde se controla el flujo del fluido. A continuación pasa por la válvula de solenoide donde el vapor conseguirá las condiciones adecuadas para pasar al evaporador. Y por último en este elemento se vaporiza el fluido refrigerante, al mismo tiempo que se enfría el vino, desde aquí el vapor pasará por último al compresor donde se comprimirá los vapores hasta las condiciones de presión y temperatura del condensador. El compresor también tiene la función de desplazar los vapores hasta el condensador donde comenzará de nuevo el circuito del refrigerante.

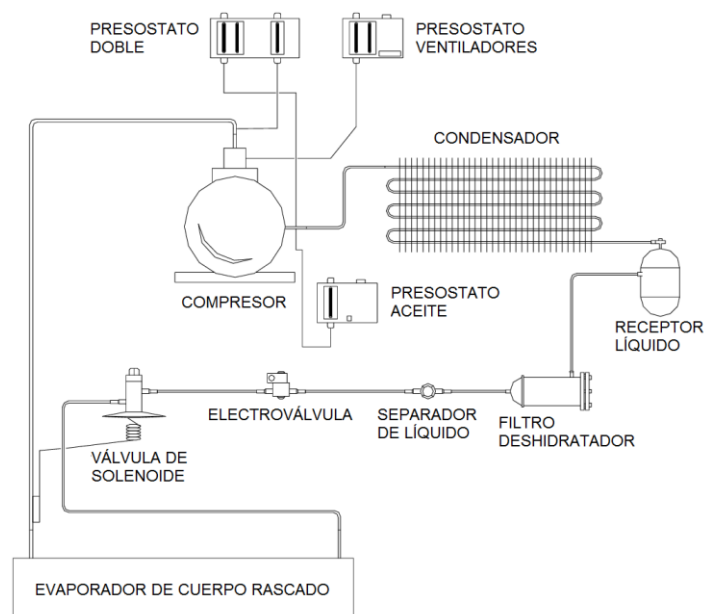


Ilustración 93: Esquema del fluido refrigerante en el intercambiador de calor de superficie rascada

4.4. SISTEMA DE FILTRACIÓN

Las principales características del sistema de impulsión de fluidos se han descrito en el apartado “3.4. SISTEMA DE FILTRACIÓN”. En él se describen las generalidades que caracterizan a este tipo de equipo. A continuación se facilitan las consideraciones de la selección de dicho equipo en la mejora del sistema de estabilización por frío y se detallan las principales características del modelo seleccionado.

4.4.1. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN

La solución adoptada del sistema de filtración para la mejora del sistema de estabilización por frío del presente proyecto es un filtro de placas y marcos que presenta una serie de características que se dan a continuación.

El filtro seleccionado se usa en los procesos por lotes, siendo este nuestro caso, que se prepara en lotes de 5000 litros. Entre las principales ventajas de este tipo de filtración cabe destacar:

- Su operación es sencilla.
- Es versátil.
- Operación flexible, lo que nos permite desplazarlo y utilizarlo para otras condiciones en la bodega.
- Se pueden utilizar a altas presiones si es necesario, con soluciones viscosas, como es el caso del vino frío, en especial el Moscatel Blanco, o cuando la torta tiene una gran resistencia.
- Proporciona una gran área de filtración en un espacio reducido, siendo idóneo en nuestra bodega ya que es pequeña.

El tipo de filtro utilizado será un filtro de celulosa esterilizante, ya que el vino después de este proceso se comercializa y debe estar en los estándares adecuados para el consumo humano.

4.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN

Se ha seleccionado el filtro de placas de la empresa Spadoni, el modelo Kappa 6, distribuida por Agrovín, realizado en acero inoxidable AISI 304, por lo que está construido íntegramente en acero inoxidable, cumpliendo así con el REGLAMENTO (CE) nº 1935/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE. Está preparado para un número máximo de 40 placas filtrantes de 40 x 40 cm.

Accesorios:

- Placas en noryl por filtración con cartones a bajas presiones.
- Válvulas y tuberías en acero inoxidable AISI 304.

- Manómetros y especlas visuales.
- Grifo saca muestras.
- Cierre del paquete filtrante a través de vida de contraste.
- Bandeja de recogida de goteo de acero inoxidable.

Los elementos filtrantes son placas de celulosa de calidad estéril de la empresa Filtrox y distribuido por Laffort, siendo el modelo AS ST 130, con ello se consigue clarificar y abrillantar el vino y dejarlo ya listo para embotellarlo.

4.5. SISTEMA DE IMPULSIÓN DE FLUIDOS

Las principales características del sistema de impulsión de fluidos se han descrito en el apartado “3.5. SISTEMA DE IMPULSIÓN DE FLUIDOS”. En él se describen las generalidades que caracterizan a este tipo de equipo. A continuación se facilitan las consideraciones de la selección de dicho equipo en la mejora del sistema de estabilización por frío y se detallan las principales características del modelo seleccionado.

4.5.1. SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE IMPULSIÓN

Se utilizarán dos bombas centrífugas, debido a que son equipos sencillos y relativamente baratos, donde la presión y el caudal dependen del número de revoluciones. Su colocación se observa en los planos 02/05 y 03/05.

4.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE IMPULSIÓN

Para la impulsión de los vinos por el sistema, se ha dispuesto la colocación de dos bombas, una en cada línea:

- **Bomba-EF:** desde el depósito isotérmico que contiene el vino estabilizado sin filtrar hasta el filtro de placas.
- **Bomba-EE:** desde el depósito de almacenamiento del vino sin estabilizar hasta el intercambiador de calor de placas.

Las características de cada bomba se calcularon y se presentan en la siguiente tabla (ver anexo N°1 el apartado 5. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE IMPULSIÓN):

| | Bomba-EF | Bomba-EE |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Fluido a impulsar | Fino, Fino Reñidero o Moscatel Blanco | Fino, Fino Reñidero o Moscatel Blanco |
| Caudal (m³/h) | 1 | 1 |
| Altura útil (m) | 17,7897 | 9,8296 |
| NSPH_r (m) | 1,90 | 1,90 |
| Potencia (W) | 99,0980 | 54,7561 |

Tabla 7: Características de las bombas del presente proyecto

NSPH_r: Carga neta de aspiración requerida

Se ha seleccionado el modelo MXHLM 202E de la empresa Calpeda, presentando ambas bombas el mismo rango de trabajo con una presión máxima de 8 bar, en un rango de temperatura de -15°C/110°C y un motor de 2800 rpm con una potencia nominal de 330W.

Se trata de bombas centrífugas multicelulares horizontales monobloc, de acero inoxidable al cromo-níquel, siendo indispensable que sea de acero inoxidable por seguridad e higiene al tratarse el vino de un elemento alimentario. Son de construcción compacta y robusta, sin brida sobresaliente y acoplamiento bomba motor único con pie soporte. El cuerpo de la bomba es de una sola pieza, abierto por un solo lado (bariel casing), con boca de aspiración frontal sobre el eje de la bomba y boca de impulsión radial en la parte superior. Tapones de cebado y vaciado en posiciones medias, accesibles desde cada lado (como la tapa de bornes).

4.6. TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS

Las principales características del sistema de conducciones de fluidos se han descrito en el apartado 3.6. TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS”. A continuación se facilitan las consideraciones de la selección de dichas tuberías en la mejora del sistema de estabilización por frío y se detallan las principales características de las tuberías seleccionadas.

4.6.1. SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LAS CONDUCCIONES

En el sistema diseñado en el presente proyecto se han considerado el uso de:

- Conducciones fijas, para aquellos tramos que no serán desmontables, siendo estas de acero inoxidable AISI-304, que proporcionan resistencia, durabilidad e higiene a las conducciones.
- Conducciones flexibles en PVC, siendo de poco peso, gran durabilidad y resistencia, e higiénico, por lo que se puede desplazar fácilmente dentro de la bodega y permiten una mayor movilidad de los equipos para otras operaciones dentro de la bodega.

4.6.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDUCCIONES

Las conducciones diseñadas en el presente proyecto son las siguientes:

- **Recorrido N°1: Trasvase del vino estabilizado desde el depósito isotérmico hasta el depósito de almacenamiento. Está formado por un sistema de conducciones fija de diámetro interno de 0,0228 m y un conjunto de tuberías flexibles de PVC de diámetro interno de 0,0325 m.**
- **Recorrido N°2: Trasvase del vino a estabilizar desde el depósito de almacenamiento hasta el depósito isotérmico. Está formado por un sistema de conducciones fija de diámetro interno de 0,0228 m y un conjunto de tuberías flexibles de PVC de diámetro interno de 0,0325 m.**

El diámetro seleccionado para las conducciones fijas está normalizado (Tabla A4.3.: Especificaciones de tuberías (Megyesy, 1992)). El diámetro nominal que tiene las conducciones diseñadas en el presente proyecto es de 1 ¼ pulgadas.

El recorrido de las conducciones se puede observar con detalle en los planos los planos 02/05 y 03/05.

Las conducciones se instalarán con una pendiente del 0,5% con objeto de favorecer el transporte del fluido.

Las conducciones fijas presentes en el proyecto han sido diseñadas de acuerdo a la norma ANSI B31.3 del código B31 (“Code for pressure piping”) de ASME.

La caída de presión ha sido calculada para poder obtener las potencias necesarias de los elementos de impulsión.

Se ha calculado la caída de presión teniendo en cuenta los tramos rectos de los diferentes tipos de conducciones y de los diferentes tipos de accesorios (ver apartado 4.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS EN LAS CONDUCCIONES del ANEXO N°1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS). Los valores numéricos calculados son:

| | CAIDA DE PRESIÓN (m) | |
|---------------|----------------------|-----------------|
| | Fino o Fino Reñidero | Moscatel Blanco |
| RECORRIDO N°1 | 1,6810 | 1,7711 |
| RECORRIDO N°2 | 1,5721 | 1,6552 |

Tabla 8: Pérdidas de carga en los recorridos del presente proyecto

Los materiales de las válvulas y de los accesorios presentes en el proyecto serán de un material que sea compatible con el fluido, por lo que se utilizará acero inoxidable de calidad alimentaria (AISI-304 o AISI-316).

Se utilizarán válvulas de regulación de 3 vías con la finalidad de poder distribuir el flujo de modo que se pueda aprovechar el frío del vino.

En el sistema de conducción del sistema de estabilización por frío de los vinos se utilizará tantas válvulas y accesorios como sea necesario (ver apartado 4.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS EN LAS CONDUCCIONES del ANEXO N°1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS).

4.7. DEPÓSITOS DE ACERO INOXIDABLE

Las principales características de los depósitos de acero inoxidable se han descrito en el apartado “3.7. DEPÓSITOS DE FRÍO”. En él se describen las generalidades que caracterizan a este tipo de equipo. A continuación se facilitan las consideraciones de la selección de dicho equipo en la mejora del sistema de estabilización por frío y se detallan las principales características de los modelos seleccionados.

4.7.1. SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LOS DEPÓSITOS

Los depósitos son de acero inoxidable AISI-304, el cual presenta múltiples ventajas como por ejemplo la facilidad de limpieza y la no cesión de sabores extraños al vino que esté en su

interior. Además destacar la resistencia que posee el acero con respecto a los otros materiales de construcción de los depósitos y la elevada durabilidad de este material sin apenas mantenimiento, además tiene una elevada resistencia a la corrosión.

La superficie de los depósitos presentan un acabado liso, por lo que los tartratos presentes en el vino no se pueden incrustar en las posibles rugosidades que hubiera. De esta manera se evita la acumulación de tartratos y por tanto una mayor higiene, razón indispensable en las industrias alimentarias.

Los depósitos isotérmicos son del mismo material acero inoxidable AISI-304, con una capa de aislamiento de poliuretano expandido de 30 cm.

El poliuretano expandido tiene las siguientes características:

- Total adherencia a todo tipo de superficie, sin necesidad de pegamentos, ni sujetadores.
- Por su composición físico-mecánica, presenta baja conductividad térmica, modificando así el coeficiente de dilatación de los materiales que cubre, otorgando rigidez estructural, actuando así como capa distribuidora de cargas.
- Soluciona problema de condensación por goteo.
- Reduce y economiza considerablemente el uso de energía (frío, calor)
- Prolonga la vida útil de las estructuras tratadas.
- Aplicado sobre estructuras deterioradas renueva la cubierta sin necesidad de cambiar partes averiadas.
- Aplicado por debajo de la chapa no necesita mantenimiento posterior.
- Alta resistencia a los ácidos y microorganismos
- Es el producto de mayor poder aislante que se conoce.
- De máxima adherencia a la superficie tratada, cualquiera sea su forma o posición.
- Confiere rigidez estructural.
- Prolonga la vida útil de las cubiertas tratadas.
- Controla las dilataciones en estructuras de hormigón.
- Actúa como amortiguador de vibraciones.
- Ahorro de energía empleada en refrigeración o calefacción.
- Un coeficiente de transmisión de temperatura muy bajo, menor que los aislantes tradicionales (corcho, fibra de vidrio, lana mineral, polietileno expandido, etc.) permitiendo en caso de diferentes necesidades un menor espesor del material.
- Aplicación "IN SITU" y de rápida ejecución en obra, consiguiendo una cama de aislamiento continua carente de juntas, consiguiendo por lo tanto un eficaz aislamiento.
- Aplicación sobre techos de chapa (Gal., Fibrocemento, etc.). Confiere a esto rigidez estructural, evitando contracciones y dilataciones alargando la vida útil.
- Duración indefinida. Existen aplicaciones de más de 30 años que no presentan insuficiencia en el producto.
- Excelente adherencia a los materiales normalmente utilizados en la construcción, se adhiere a cualquier sustrato (papel embreado asfáltico, hormigón, revoque, fibrocemento, madera, aglomerado de viruta, chapa de acero). No requiere de sistema de sujeción mecánicos ni adhesivos especiales.
- La espuma de poliuretano puede considerarse como auto extingible, según normas vigentes en EEUU y EUROPA, y no inflamable
- Impide el crecimiento de hongos y bacterias.

- El producto es resistente al ataque de roedores e insectos.
- Alta resistencia de ácidos y álcalis diluidos así como también de aceites y solventes.
- Buena resistencia mecánica en relación a su densidad.
- Buena estabilidad dimensional.
- Aísla e impermeabiliza en un único proceso.
- Rapidez de ejecución y movilidad, posibilidad de desplazamiento rápido a cualquier obra sin necesidad de transportar y almacenar productos voluminosos, características generales de otros aislantes.
- No poroso, resistente al agua soporta los repetidos lavados con manguera de presión superficie no adherente y fácil de limpiar.
- Resistente a impactos, elástico, superando a la mayoría de los otros revestimientos plásticos, incluyendo resina con refuerzo de fibra de vidrio.
- Resistente al ataque de la mayoría de los productos químicos, incluyendo detergentes alcalinos.
- No es tóxico ni infeccioso.
- Resistente en bajas temperaturas, resistente a la abrasión e impermeable al vapor húmedo.
- Instalación simple, ligera de peso, no necesita secado.
- No necesita pintura ni otro mantenimiento.
- No corrosivo.
- Es totalmente sanitario. Apto para frigoríficos, laboratorios, salas de elaboración e industrias alimenticias.

Por lo que gracias a estas características se puede decir que los depósitos isotérmicos con poliuretano expandido de la que dispone la bodega se puede aprovechar por el diseño o mejor propuesta de mejora de la bodega, ya que es el mejor aislante del mercado y por lo tanto nos asegurara lo mejor posible la temperatura del vino en el depósito isotérmico durante los 14 días teniendo unas pérdidas de temperatura menores a 1,5°C, las cuales se comprueban en el anexo N°1 en el apartado 7. COMPROBACION DE LA TEMPERATURA FINAL DENTRO DE LOS DEPÓSITOS ISOTÉRMICOS TRAS LOS 14 DÍAS.

En conclusión, los depósitos presentes en la bodega son aceptables para el diseño de mejora, siendo de acero inoxidable AISI-304 y presentando un acabado liso, en el caso de los depósitos de almacenamiento; y siendo de acero inoxidable AISI-304, presentando un acabado liso, y con un asilamiento de poliuretano expandido de 30cm, en el caso de los depósitos isotérmicos.

4.7.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS

Se reubicarán 4 depósitos, de los cuales 2 son de 5500 litros y 2 de 16500 litros, colocando los dos de 5500 litros lo más próximo a los 2 depósitos isotérmicos, siendo uno de 5500 litros y el otro de 11000 litros. Estos depósitos son de forma cilíndrico-elíptica, formados por un fondo con forma elipsoidal, un cilindro y una cabeza elipsoidal.

Los depósitos de la bodega cumplen el código ASME sección VIII.

Todos los depósitos están contruidos en acero inoxidable AISI-304/2B. Todas las soldaduras están efectuadas bajo atmósfera inerte de gas argón, por procedimiento automático ARGONAX, y fusión de láminas. El acabado interior y exterior de los depósitos son mate

(2B), con las soldaduras limpias, decapadas y pasivadas. Con techo y fondo dotados con borde tipo alimentario.

Los accesorios de los depósitos de almacenamiento son los siguientes:

- 1 Equipo de nivel completo de acero inoxidable con grifo.
- 1 Grifo sacamuestra de acero inoxidable.
- 1 Codo decantador verdadero.
- 1 Termómetro analógico.
- 1 Puerta superior de acero inoxidable.
- 1 Puerta elíptica de acero inoxidable colocada en la parte inferior.
- 1 Válvula de desaire colocada en el techo.
- 1 Válvula de vaciado parcial.
- 1 Cazoleta de apure total con válvula.
- Anclajes de acero inoxidable.
- Orejetas de maniobra.

Los depósitos isotérmicos cumplen lo dicho anteriormente y además el espesor de los depósitos está calculado para garantizar la máxima carga, además de que el techo es de forma cónica con plegados circulares para refuerzo superior.

Los accesorios de los depósitos isotérmicos son los siguientes:

- 1 Cazoleta de apure total con válvula.
- 1 Codo decantador verdadero.
- 1 Equipo de nivel completo de acero inoxidable con grifo.
- 1 Grifo sacamuestra de acero inoxidable.
- 1 Puerta elíptica de acero inoxidable colocada en la parte inferior.
- 1 Portillón isotérmico con cierre hermético y apertura exterior.
- 1 Termómetro analógico.
- 1 Válvula de acero inoxidable de apure parcial.
- 1 Válvula de acero inoxidable apure total.
- 1 Válvula de desaire con doble codo.

Las dimensiones de los depósitos de almacenamiento son:

| | |
|--------------------------------|---------------|
| Capacidad (l) | 5500 |
| Diámetro interior (m) | 0,7213 |
| Diámetro exterior (m) | 0,7243 |
| Altura del cilindro (m) | 2,8852 |
| Altura total (m) | 3,6125 |

Tabla 9: Dimensiones principales del depósito de almacenamiento del sistema de estabilización por frío

Las dimensiones de los depósitos isotérmicos son:

| Capacidad (l) | 5500 | 11000 |
|-------------------------|--------|--------|
| Diámetro interior (m) | 0,7213 | 0,9115 |
| Diámetro exterior (m) | 1,0247 | 1,2149 |
| Altura del cilindro (m) | 2,8852 | 3,6460 |
| Altura total (m) | 4,2133 | 5,1643 |

Tabla 10: Dimensiones principales de los depósitos isotérmicos sistema de estabilización por frío

5. NOMENCLATURA

El presente apartado tiene el objeto de facilitar la comprensión de la nomenclatura usada en el nombramiento de las tablas, figuras y ecuaciones del presente proyecto. A continuación se detalla la nomenclatura usada:

Si las **Tablas, Ilustraciones, Esquemas o Gráficas** se encuentran en la Memoria Descriptiva, la nomenclatura usada es la siguiente:

Tablas, Ilustraciones, Esquemas o Gráficas.a.

Donde el número “a” hace referencia a la posición de dicha figura o tabla en el documento.

Ejemplo: Tablas, Ilustraciones, Esquemas o Gráficas.5.

Tablas, Ilustraciones, Esquemas o Gráficas 5 ocupa el quinto lugar dentro del documento.

Si las **Tablas, Ilustraciones, Esquemas o Gráficas** se encuentran en los Anexos, la nomenclatura usada es la siguiente:

Figura o Tabla.Aa.b.

Donde el número “a” hace referencia al anexo donde se encuentra dicha tabla o figura y el número “b” a la posición que ocupa ésta dentro del apartado.

Ejemplo: Tablas, Ilustraciones, Esquemas o Gráficas.A.2.1.

Tablas, Ilustraciones, Esquemas o Gráficas perteneciente al segundo anexo y estando situada en primer lugar de dicho anexo.

Si se hace referencia a las **ecuaciones**, la nomenclatura usada es la siguiente:

a.b.c.

Donde el número “a” hace referencia al anexo en el que se encuentra la ecuación, el número “b” al apartado que ocupa dicha ecuación y el número “c” a la posición que ocupa dentro del apartado.

Ejemplo: 1.2.1

Ecuación perteneciente al primer anexo, estando situada en el apartado segundo y siendo la primera ecuación mencionada en dicho apartado.

Para hacer referencia al glosario, se ha colocado en la palabra el símbolo “*”. Destacar que solo se ha colocado la primera vez que ha aparecido en el presente proyecto.

Ejemplo: Agostado *

6. GLOSARIO

- Agostado: Arranque de las viñas agotadas, el cual se realiza con un arado largo con el fin de sacar las raíces profundas y voltear la tierra.
- Albarizas: Son los mejores terrenos para cultivar las viñas, caracterizados por su color blanquecino, alta capacidad retentiva de la humedad y un contenido en carbonato cálcico superior al 25%, siendo estos de tipo calizo.
- Bota: Nombre tradicional que recibe en la zona de Jerez al tonel de madera de roble de 500 a 600 litros de capacidad, utilizado para la crianza de los vinos.
- Coloide: Sustancia de aspecto gelatinoso que da cuerpo y untuosidad al vino. Está constituida por la dispersión de macromoléculas orgánicas originadas por la polimerización de las pectinas, polifenoles, antocianos y taninos en un medio continuo como es el vino. Cuando el vino envejece, los coloides se vuelven menos astringentes.
- Criaderas: Botas de crianza de los vinos generosos. Se sitúan en la bodega unas sobre otras formando lo que se denomina una pierna, en la que se desarrolla el proceso de corrimiento de escalas, que es la saca o extracción para su rocío en la escala siguiente y que a su vez se rocían o reponen con vino procedente de la criadera anterior. Las del último nivel, es decir, las que contienen el vino con más prolongada crianza se denominan soleras. El conjunto de criaderas y soleras que puede estar integrado por más de una pierna recibe el nombre de escala.
- Crianza: Proceso controlado de envejecimiento y maduración de un vino mediante el cual desarrolla caracteres especiales. Se suele aplicar de forma genérica a todos los vinos sometidos a envejecimiento. Dependiendo del grado de crianza que se aplique a un vino existen distintas categorías de crianza, como son los vinos genéricos, los vinos de crianza, los vinos de reserva, y los vinos de gran reserva.
- Desfangado: Es el proceso de eliminación de las materias sólidas existentes en suspensión que se encuentran en el mosto después del prensado en la elaboración de vinos.
- Grados Baumé (Be): Unidad que se utiliza en la bodega para medir la riqueza en azúcares de un mosto o vino en función de su densidad, el cual corresponde a un valor constante de alcohol potencial. Y se calcula con un mustímetro, con una precisión de dos décimas.
- Lagar: Son cubetas o balsas de forma rectangular o cuadrada, ubicadas en el interior de las bodegas, próximas a su entrada y aptas para recoger el depósito de la uva recién vendimiada. Están cercadas por un muro de altura de 70 a 120 cm en general y su capacidad convencional oscila entre los 50 - 100 metros, según las regiones. Presenta el desnivel necesario para que tras la manipulación de estrujadores o prensas el mosto corra fácilmente hacia el sumidero, el cual está preparado para retener en su rejilla el hollejo y dar paso al líquido.
- Lías: Sustancias sólidas (sobre todo restos de levaduras) acumuladas en el fondo de los depósitos tras la fermentación del vino.
- Liños: En la viña, cada línea o serie de cepas de vid.

- Portainjerto: En la vid es la parte sobre la que va injertada la variedad a cultivar. Procedimiento a través del cual se injerta un brote de otra variedad en la raíz de una viña. La causa de este sistema fue la plaga de la filoxera. La mayoría de viñas están establecidas sobre portainjertos procedentes de híbridos americanos.
- Pulgar: Parte del sarmiento que con dos o tres yemas que se deja en las vides al podarlas, para que por ellas broten los vástagos.
- Rocío: Es el acto de refrescar un vino generoso en su criadera, con otro vino más joven que se ha sacado de la anterior. La primera criadera rellena la solera. El conjunto de esta operación se denomina "correr la escala".
- Saca: Operación consistente en extraer una parte del contenido de cada bota de una escala. Cuando se extrae de una criadera se destina al rocío de la siguiente escala. Si se extrae de la solera se destina a su embotellado y posterior consumo.
- Sobretablas o añadas: Son los vinos elaborados en un año procedentes de la vendimia del mismo año.
- Soleo: Práctica consistente en la exposición al sol de las uvas para concentrar sus azúcares, y con ello su pasificación.
- Solera: En la crianza de los vinos generosos, es la última escala del envejecimiento de un vino, formada por botas con un nivel homogéneo de envejecimiento, y de donde se extrae el vino para su comercialización o bien para su utilización en un cabeceo. El nombre de solera procede de que tradicionalmente esta fase corresponde a las botas más próximas al suelo.
- Taninos: Sustancia de sabor astringente y áspera que se extraen ya sea de la nuez de agalla, o de una madera rica en taninos, o de pepitas y hollejos de uva. Los taninos están compuestos por una mezcla de glucósidos y posee un color que va del blanco amarillento al marrón rojizo, lo que le da el color al vino.
- Vinificación: Elaboración del vino. Conjunto de operaciones destinadas a obtener vino a partir del mosto de las uvas, entre las cuales está la fermentación del mosto hasta obtener el vino.
- Yema: Brote embrionario sin desarrollar del vástago o rama de la cepa de la vid, o lo que es lo mismo brote del sarmiento, del que se desarrollarán las ramas, hojas y uvas. El número de yemas productivas suele estar limitado en las Denominaciones de Origen.

7. NORMATIVA

- Reglamento CE 479/2008 que determina la Organización Común del Mercado Vitivinícola Europeo.
- Reglamento CE 606/2009 que regula las prácticas enológicas aplicables.
- Ley 10/2007 del 26 de noviembre, para la Protección del Origen y la Calidad de los Vinos de Andalucía.
- BOJA (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía) Nº 103 del 28 de mayo de 2010, por el que se aprueba el Reglamento de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda”.
- BOJA (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía) nº 249 de 22/12/2011. Orden de 30 de noviembre de 2011, por la que se modifica la Orden de 13 de mayo de 2010, por la que se aprueba el Reglamento de las Denominaciones de Origen «Jerez-Xérès-Sherry» y «Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda», así como sus correspondientes Pliegos de Condiciones.
- Directiva 93/43/CEE establece las normas generales de los productos alimenticios.
- Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.
- Ley de prevención y riesgos laborales 31/1995, por el que se promueve la seguridad y salud de los trabajadores.
- Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social. (Corrección de errores BOE 228 de 22 de septiembre de 2000).
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Este reglamento tiene por objeto conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1311/2005 de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 3099/1977, de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. - Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Reglamento (CE) nº 1935/2004 del parlamento europeo y del consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 105/1988, de 12 de febrero, por el que se complementan, modifica y actualizan determinados preceptos del Reglamento General de las Actuaciones del Ministerio de Industria y Energía en el campo de la normalización y homologación, aprobado por Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre.
- Ley 10/2007, de 26 de noviembre, de Protección del Origen y la Calidad de los Vinos de Andalucía. BOJA (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía) nº 246 de 17/12/2007.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

8. BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Hidalgo Togores, José, *“Tratado de Enología”*, Volumen I, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2011, 2ª edición.
- Hidalgo Togores, José, *“Tratado de Enología”*, Volumen II, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2011, 2ª edición.
- Ribéreau-Gayon, Pascal, *“Tratado de Enología”*, Volumen I, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2003, 2ª edición.
- Ribéreau-Gayon, Pascal, *“Tratado de Enología”*, Volumen II, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2003, 2ª edición.
- Flanzy, Claude, *“Enología: fundamentos científicos y tecnológicos”*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2003, 2ª edición.
- Cengel, Yunus A. y Ghajar, Afshin J., *“Transferencia de calor y masa: fundamentos y aplicaciones”*, McGraw-Hill, Mexico, 2011, 4ª edición.
- Levenspiel, Octave, *“Flujo de fluidos e intercambio de calor”*, Reverté, Barcelona, 2004, 3ª edición.
- Ibarz, Albert y Barbosa-Cánovas, Gustavo V., *“Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos”*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2005.
- López Gómez, Antonio, *“Las instalaciones frigoríficas en las bodegas: manual de diseño”*, A. Madrid Vicente, Madrid, 1992.
- Megyesy, Eugene F., *“Manual de recipientes a presión. Diseño y cálculo”*, Editorial Limusa, Mexico, 1992, 2ª edición.
- Boutelou, Esteban, *“Cultivo de la vid en Jerez y Sanlúcar”*, Graficas Uguina, Madrid, 1949.
- Gautier, Bernard, *“Aspectos prácticos del filtrado de los vinos”*, Bourgogne publications, 1995.
- Troost, R. Gerhard, *“Tecnología del vino”*, Editorial Omega, Barcelona, 1985.
- Casp Vanaclocha, Ana, *“Diseño de industrias agroalimentarias”*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2005.
- Rankine, Bryce, *“Manual práctico de Enología”*, Editorial Acribia, Zaragoza, 1999.
- Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Murcia. *“Nuevo curso de ingeniería del frío”*, A. Madrid Vicente, Madrid, 1993, 2ª edición.
- Boulton, Roger, *“Teoría y práctica de la elaboración del vino”*, Editorial Acribia, Zaragoza, 2010, 1ª edición.

- Jiménez Gutiérrez, Arturo, *“Diseño de procesos en ingeniería química”*, Editorial Reverté, Barcelona, 2003.
- Molina Úbeda, Rafael, *“Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas”*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2000, 1ª edición.
- Maldonado Rosso, Javier, *“La Formación del Capitalismo en el Marco de Jerez. De la vitivinicultura tradicional a la agroindustria vinatera moderna (siglos XVII y XIX)”*, Editores Huerga y Fierro, Madrid, 1999.
- Coulson, J.M. y Richardson, J. F., *“Ingeniería química, operaciones básicas”*, Volumen II, Editorial Reverté, Barcelona, 2003, 3ª edición.
- Sánchez Pinedas de las infantas, Mª Teresa, *“Ingeniería del frío: Teoría y práctica”* Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2000.
- Torrella Alcaraz, Enrique, *“La producción de frío”*, Universidad Politécnica de Valencia, 1996.

Artículos

- Calderón, F. y Navascués, E., *“Aplicación de la ingeniería del frío a la industria enológica: Necesidades frigoríficas en bodega”*, Tecnología del Vino, 2002, 23-28.
- Lasanta, C. y Gómez, J., *“Tartrate stabilization of wines”*, Trends in food science & technology, 28 (2012), 52-59.
- Gómez Benítez, J., Palacios Macías, V.M., Veas López, R., Valcarcel Muñoz, M., Pérez Rodríguez, L., *“Characterization, control and improvement of the cold treatment of Sherry wines”*, Food Control, 15 (2004), 111-116.
- Gómez Benítez, J., Palacios Macías, V.M., Veas López, R., Pérez Rodríguez, L., *“Prediction of tartrate stability of sherry wines by a conductimetric system with rapid response”*, Food Chemistry, 81(2003), 457-462.
- Dharmadhikari, M., *“Methods for tartrate stabilization of wine”*, Vineyard and Vintage View, 9 (1994), 1-5.
- Enanche, G., Constantin, O.E., Stoica, M., *“Study of the bitartrate formation at cold stabilization of wines”*, Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 2009, 15(4), 558-560.
- Zoecklein, B., *“A review of potassium bitartrate stabilization of wines”*, Virginia Cooperative Extension Service, 1988.
- Abril, J. y Casp, A. *“Eficiencia energética en el sector vitivinícola”*, Departamento de Tecnología de los Alimentos. Universidad Pública de Navarra.

Otros artículos

- Código ASME (American Society of Mechanical Engineers) Sección VIII (2001).
- Código ASME (American Society of Mechanical Engineers) B31.3 (2004)
- Ministerio de industria, turismo y comercio de España “*Guía técnica: Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos*”, Madrid, 2007.
- Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, “*Buenas Prácticas en Producción Ecológica. Cultivo de la Vid*”, Granada, 2008.
- Generalitat de Catalunya, “*Guía de prácticas correctas de higiene para el sector vitivinícola*”, Barcelona, 2012.
- Vilavella Araujo, Margarita, “*Tesis doctoral: La filtración tangencial en el tratamiento de vinos*”, Lleida, 1997.
- “*El frío y la enología*”, TECNO Técnicas Enológicas, S.A y Productos Interclisa.

Páginas Web

- Empresa: Agrovin. www.agrovin.com
- Empresa: Spadoni. www.spadoni.it
- Empresa: Calpeda. www.calpedaiberica.com
- Empresa: Secovisa. www.secovisa.com
- Empresa: Indelcasa. www.indelcasa.es
- Empresa: Merlett. www.merlett.com
- Empresa: Gas Servei. www.gas-servei.com
- Empresa: Filtrox www.filtrox.com
- Empresa: Laffort. www.laffort.es
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. www.insht.es
- www.sherry.org
- <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn255.html#seccion21>
- <http://www.seehint.com/hint.asp?md=207&no=10819>
- www.diccionariodelvino.com
- www.maps.google.es

9. ANEXOS A LA **MEMORIA** **DESCRIPTIVA**

9.1. ANEXO N°1: **CÁLCULOS** **JUSTIFICATIVOS**

9.1 ANEXO N°1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------------|
| 1. CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE TRATAMIENTO | 165 |
| 1.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO | 165 |
| 1.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO | 166 |
| 2. DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS | 169 |
| 2.1. DATOS DE PARTIDA | 169 |
| 2.2. CÁLCULO DEL CALOR INTERCAMBIADO | 170 |
| 2.2.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 170 |
| 2.2.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON MOSCATEL BLANCO | 171 |
| 2.2.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 173 |
| 2.3. CÁLCULO DEL ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR | 174 |
| 2.3.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 174 |
| 2.3.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON MOSCATEL BLANCO | 178 |
| 2.3.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 185 |
| 2.4. CÁLCULO DEL NÚMERO DE PLACAS | 192 |
| 2.4.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 192 |
| 2.4.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON MOSCATEL BLANCO | 192 |
| 2.4.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 193 |
| 2.5. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA | 193 |
| 2.5.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 193 |
| 2.5.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON MOSCATEL BLANCO | 194 |
| 2.5.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 196 |
| 3. DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA | 199 |
| 3.1. CÁLCULO DEL CALOR INTERCAMBIADO | 199 |
| 3.1.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO | 199 |
| 3.1.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO | 200 |
| 3.2. CÁLCULO DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN DE CALOR | 202 |
| 3.2.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 202 |
| 3.2.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO | 203 |

| | |
|--|------------|
| 4. DISEÑO DE LAS TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS | 205 |
| 4.1. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS CONDUCCIONES | 205 |
| 4.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS EN LAS CONDUCCIONES | 209 |
| 5. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE IMPULSIÓN | 218 |
| 5.1. TIPOS Y NÚMEROS DE BOMBAS | 218 |
| 5.2. DISEÑO DE LA BOMBA DE TRASIEGO DE VINO HACIA EL DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO (BOMBA-E-F) (RECORRIDO Nº1) | 218 |
| 5.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES | 218 |
| 5.2.1.1. DETERMINACIÓN DE LA CARGA ÚTIL | 218 |
| 5.2.1.2. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA | 222 |
| 5.2.1.3. DETERMINACIÓN DE LA CARGA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA DISPONIBLE | 223 |
| 5.2.1.4. CARGA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA REQUERIDA | 226 |
| 5.2.1.5. COMPROBACIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA | 226 |
| 5.3. DISEÑO DE LA BOMBA DE TRASIEGO DE VINO A ESTABILIZAR HACIA EL DEPÓSITO ISOTÉRMICO (BOMBA-E-E) (RECORRIDO Nº2) | 227 |
| 5.3.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES | 227 |
| 5.3.1.1. DETERMINACIÓN DE LA CARGA ÚTIL | 227 |
| 5.3.1.2. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA | 230 |
| 5.3.1.3. DETERMINACIÓN DE LA CARGA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA DISPONIBLE | 232 |
| 5.3.1.4. CARGA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA REQUERIDA | 234 |
| 5.3.1.5. COMPROBACIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA | 234 |
| 6. DISEÑO DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN | 236 |
| 6.1. CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE FILTRACIÓN | 236 |
| 6.2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE PLACAS | 237 |
| 7. COMPROBACION DE LA TEMPERATURA FINAL DENTRO DE LOS DEPÓSITOS ISOTÉRMICOS TRAS LOS 14 DÍAS | 238 |

1. CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE TRATAMIENTO

Se procede a realizar al cálculo de la temperatura de tratamiento que se necesita para que se produzca la estabilización tartárica en el sistema de estabilización diseñado.

Para el cálculo de la temperatura necesaria hace falta conocer los porcentajes de alcohol de los vinos a tratar y el grado de Baumé en el caso del Moscatel Blanco, perteneciendo estos vinos a la Denominación de Origen “Jerez-Xérès-Sherry” y “Manzanilla- Sanlúcar de Barrameda”. El grado alcohólico para el Fino es de 15% de alcohol en volumen, en el Fino Reñidero es de 15% de alcohol en volumen, y en el Moscatel Blanco es de 16% de alcohol en volumen, teniendo un grado de Baumé de 8,5.

| Tipo de vino | Grado alcohólico %vol. |
|------------------------|------------------------|
| Fino | 15% |
| Fino Reñidero | 15% |
| Moscatel Blanco | 16% |

Tabla 11: Graduación del vino.

A la hora del cálculo de la temperatura se realizará para los tres vinos a tratar, siendo para el Fino y el Fino Reñidero el mismo calculo ya que poseen la misma graduación y propiedades, y para el Moscatel Blanco.

1.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO

El cálculo de la temperatura de tratamientos se realiza de dos formas distintas (José Hidalgo Togores, “Tratado de Enología”):

- 1) Se calcula previamente la temperatura de congelación (t_c) que se determina fácilmente conociendo la graduación alcohólica de los vinos y posteriormente se le suma 0,5°C, con objeto de evitar la formación de hielo, siendo las ecuaciones como sigue:

$$t_c(^{\circ}\text{C}) = -\frac{\%vol-1}{2}$$

$$t_c(^{\circ}\text{C}) = -\frac{15-1}{2} = -7^{\circ}\text{C}$$

$$t_t(^{\circ}\text{C}) = t_c(^{\circ}\text{C}) + 0.5(^{\circ}\text{C})$$

$$t_t(^{\circ}\text{C}) = 7(^{\circ}\text{C}) + 0.5(^{\circ}\text{C}) = -6,5^{\circ}\text{C}$$

Por lo que la temperatura de tratamiento es de -6,5 °C.

- 2) Aplicando la siguiente expresión:

$$t_t(^{\circ}\text{C}) = -\left(\frac{\%vol}{2} - 1\right)$$

$$t_t(^{\circ}\text{C}) = -\left(\frac{15}{2} - 1\right) = -6,5$$

La temperatura de tratamiento es la misma por ambas ecuaciones, por lo que se verifica que la temperatura debe ser -6,5°C.

T^a de estabilización tartárica -6,5°C

1.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO

Lo primero que se debe determinar es a cuanto alcohol equivale el grado Baumé que contiene el Moscatel Blanco, este valor se obtiene de la siguiente tabla.

El grado Baumé del Moscatel Blanco es de 8,5 y que equivale a 8,1 % volumen de alcohol.

El % en volumen de alcohol para el cálculo de la temperatura de tratamiento, es la suma del % de alcohol que supone el grado Baumé del Moscatel Blanco más el % en volumen de alcohol que contiene el propio Moscatel Blanco.

$$(\% \text{ en vol. de alcohol})_T = (\% \text{ en vol. de alcohol})_{GB} + (\% \text{ en vol. de alcohol})_{MB}$$

$$(\% \text{ en vol. de alcohol})_T = 8,1 + 16 = 24,1$$

El cálculo de la temperatura de tratamiento para el Moscatel Blanco se obtiene de manera análoga a lo descrito en el punto 1.1.

- 1) Calculando previamente la temperatura de congelación (t_c)

$$t_c (^{\circ}\text{C}) = -\frac{\%vol-1}{2}$$

$$t_c (^{\circ}\text{C}) = -\frac{24,6-1}{2} = -11,8 ^{\circ}\text{C}$$

$$t_t (^{\circ}\text{C}) = t_c (^{\circ}\text{C}) + 0,5(^{\circ}\text{C})$$

$$t_t (^{\circ}\text{C}) = -11,8 (^{\circ}\text{C}) + 0,5(^{\circ}\text{C}) = -11,3 ^{\circ}\text{C}$$

Por lo que la temperatura de tratamiento es de -11,3 °C.

- 2) Aplicando la siguiente expresión:

$$t_t (^{\circ}\text{C}) = -\left(\frac{\%vol}{2} - 1\right)$$

$$t_t (^{\circ}\text{C}) = -\left(\frac{24,6}{2} - 1\right) = -11,3 ^{\circ}\text{C}$$

La temperatura de tratamiento es la misma por ambos procedimientos, por lo que se verifica que la temperatura debe ser -11,3°C.

T^a de estabilización tartárica -11,3°C

| DENSIDAD | GRADOS BAUME | GRAMOS DE AZÚCAR POR LITRO MOSTO | GRADO ALCOHÓLICO DEL VINO | DENSIDAD | GRADO BAUME | AZÚCAR EN MOSTO Gr/l | GRADO ALCOHOL EN VINO % VOL. |
|----------|--------------|----------------------------------|---------------------------|----------|-------------|----------------------|------------------------------|
| 1011 | 1,6 | 0 | 0,0 | 1073 | 9,8 | 164,0 | 9,6 |
| 1012 | 1,8 | 2 | 0,1 | 1074 | 9,9 | 167,0 | 9,8 |
| 1013 | 1,9 | 4 | 0,2 | 1075 | 10,0 | 170,0 | 10,0 |
| 1014 | 2,0 | 7 | 0,4 | 1076 | 10,1 | 172,0 | 10,1 |
| 1015 | 2,1 | 10 | 0,6 | 1077 | 10,3 | 175,0 | 10,3 |
| 1016 | 2,3 | 12 | 0,7 | 1078 | 10,4 | 178,0 | 10,5 |
| 1017 | 2,4 | 15 | 0,9 | 1079 | 10,5 | 180,0 | 10,6 |
| 1018 | 2,6 | 18 | 1,0 | 1080 | 10,6 | 183,0 | 10,8 |
| 1019 | 2,7 | 20 | 1,2 | 1081 | 10,8 | 186,0 | 10,9 |
| 1020 | 2,8 | 23 | 1,3 | 1082 | 10,9 | 188,0 | 11,0 |
| 1021 | 3,0 | 26 | 1,5 | 1083 | 11,0 | 191,0 | 11,2 |
| 1022 | 3,1 | 28 | 1,6 | 1084 | 11,1 | 194,0 | 11,4 |
| 1023 | 3,3 | 31 | 1,8 | 1085 | 11,3 | 196,0 | 11,5 |
| 1024 | 3,4 | 34 | 2,0 | 1086 | 11,4 | 199,0 | 11,7 |
| 1025 | 3,5 | 36 | 2,1 | 1087 | 11,5 | 202,0 | 11,9 |
| 1026 | 3,7 | 39 | 2,3 | 1088 | 11,6 | 204,0 | 12,0 |
| 1027 | 3,8 | 42 | 2,4 | 1089 | 11,8 | 207,0 | 12,2 |
| 1028 | 4,0 | 44 | 2,6 | 1090 | 11,9 | 210,0 | 12,3 |
| 1029 | 4,1 | 47 | 2,7 | 1091 | 12,0 | 212,0 | 12,5 |
| 1030 | 4,3 | 50 | 2,9 | 1092 | 12,1 | 215,0 | 12,6 |
| 1031 | 4,4 | 52 | 3,1 | 1093 | 12,3 | 218,0 | 12,8 |
| 1032 | 4,5 | 55 | 3,2 | 1094 | 12,4 | 220,0 | 12,9 |
| 1033 | 4,6 | 58 | 3,4 | 1095 | 12,5 | 223,0 | 13,1 |
| 1034 | 4,8 | 60 | 3,5 | 1096 | 12,6 | 226,0 | 13,3 |
| 1035 | 4,9 | 63 | 3,7 | 1097 | 12,8 | 228,0 | 13,4 |
| 1036 | 5,0 | 66 | 3,9 | 1098 | 12,9 | 231,0 | 13,6 |
| 1037 | 5,1 | 69 | 4,0 | 1099 | 13,0 | 234,0 | 13,8 |
| 1038 | 5,3 | 72 | 4,2 | 1100 | 13,1 | 236,0 | 13,9 |
| 1039 | 5,4 | 74 | 4,4 | 1101 | 13,2 | 239,0 | 14,1 |
| 1040 | 5,5 | 76 | 4,5 | 1102 | 13,4 | 242,0 | 14,3 |
| 1041 | 5,7 | 80 | 4,7 | 1103 | 13,5 | 244,0 | 14,4 |
| 1042 | 5,8 | 82 | 4,8 | 1104 | 13,6 | 247,0 | 14,6 |
| 1043 | 6,0 | 84 | 5,0 | 1105 | 13,7 | 250,0 | 14,7 |
| 1044 | 6,1 | 87 | 5,1 | 1106 | 13,8 | 252,0 | 14,9 |
| 1045 | 6,3 | 90 | 5,3 | 1107 | 13,9 | 255,0 | 15,0 |
| 1046 | 6,4 | 92 | 5,4 | 1108 | 14,0 | 258,0 | 15,2 |
| 1047 | 6,5 | 95 | 5,6 | 1109 | 14,1 | 260,0 | 15,3 |
| 1048 | 6,6 | 98 | 5,7 | 1110 | 14,3 | 263,0 | 15,5 |
| 1049 | 6,8 | 100 | 5,9 | 1111 | 14,4 | 266,0 | 15,7 |
| 1050 | 6,9 | 103 | 6,0 | 1112 | 14,5 | 268,0 | 15,9 |
| 1051 | 7,0 | 106 | 6,2 | 1113 | 14,6 | 271,0 | 16,0 |
| 1052 | 7,1 | 108 | 6,3 | 1114 | 14,8 | 274,0 | 16,2 |
| 1053 | 7,2 | 111 | 6,5 | 1115 | 14,9 | 276,0 | 16,3 |
| 1054 | 7,4 | 114 | 6,7 | 1116 | 15,0 | 279,0 | 16,4 |
| 1055 | 7,5 | 116 | 6,8 | 1117 | 15,1 | 282,0 | 16,6 |
| 1056 | 7,6 | 119 | 7,0 | 1118 | 15,2 | 284,0 | 16,7 |
| 1057 | 7,8 | 122 | 7,2 | 1119 | 15,3 | 287,0 | 16,9 |
| 1058 | 7,9 | 124 | 7,3 | 1120 | 15,4 | 290,0 | 17,1 |
| 1059 | 8,0 | 127 | 7,5 | 1121 | 15,5 | 292,0 | 17,8 |
| 1060 | 8,1 | 130 | 7,6 | 1122 | 15,6 | 295,3 | 17,4 |
| 1061 | 8,3 | 132 | 7,8 | 1123 | 15,8 | 298,0 | 17,6 |
| 1062 | 8,4 | 135 | 7,9 | 1124 | 15,9 | 300,6 | 17,7 |
| 1063 | 8,5 | 138 | 8,1 | 1125 | 16,0 | 303,3 | 17,9 |
| 1064 | 8,6 | 140 | 8,2 | 1126 | 16,1 | 305,9 | 18,0 |
| 1065 | 8,8 | 143,0 | 8,4 | 1127 | 16,3 | 308,6 | 18,2 |
| 1066 | 8,9 | 146,0 | 8,6 | 1128 | 16,4 | 311,2 | 18,3 |
| 1067 | 9,0 | 148,0 | 8,7 | 1129 | 16,5 | 313,9 | 18,5 |
| 1068 | 9,1 | 151,0 | 8,9 | 1130 | 16,6 | 316,5 | 18,7 |
| 1069 | 9,3 | 154,0 | 9,0 | 1131 | 16,7 | 319,2 | 18,8 |
| 1070 | 9,4 | 156,0 | 9,2 | 1132 | 16,8 | 321,9 | 19,0 |
| 1071 | 9,5 | 159,0 | 9,3 | 1133 | 16,9 | 324,6 | 19,1 |
| 1072 | 9,6 | 162,0 | 9,6 | 1134 | 17,0 | 327,2 | 19,3 |

Tabla 12: Tabla de equivalencias entre densidad, grado Baumé, riqueza de azúcar del mosto y grado alcohólico en vino. (El frío y la enología, TECNO Técnicas Enológicas, S.A y Productos Interclisa.)

RESUMEN DE LOS RESULTADOS

| Tipo de Vino | T_T (°C) |
|------------------------|--------------|
| Fino | -6,5 |
| Fino Reñidero | -6,5 |
| Moscatel Blanco | -11,3 |

Tabla 13: Tabla resumen de la T° de tratamiento de la estabilización tartárica experimental

Aunque se han calculado las temperaturas teóricas de tratamiento necesaria para la estabilización tartárica en el intercambiador de cuerpo rascado, experimentalmente en la bodega se han comprobado que dichas temperatura son ligeramente distintas a las calculadas. En el presente PFC, serán los datos experimentales reales de la bodega los que se han utilizado para la estabilización tartárica y que son los que se muestran a continuación:

| Tipo de Vino | T_T (°C) |
|------------------------|--------------|
| Fino | -5,8 |
| Fino Reñidero | -5,8 |
| Moscatel Blanco | -12,2 |

Tabla 14: Tabla resumen de la T° de tratamiento de la estabilización tartárica en la bodega

Si tenemos en cuenta las posibles pérdidas de calor en los depósitos isotérmicos habrá que restarles a las temperatura

.320s de tratamiento las siguientes pérdidas siendo las más desfavorables en el depósito de 11000 litros, y por lo que obtendremos la temperatura de salida de los depósitos a los 14 días.

| Tipo de Vino | T_T (°C) | ΔT (°C) | T_s (°C) |
|------------------------|--------------|-----------------|---------------|
| Fino | -5,8 | 0,81 | -4,99 |
| Fino Reñidero | -5,8 | 0,81 | -4,99 |
| Moscatel Blanco | -12,2 | 1,23 | -10,97 |

Tabla 15: Tabla resumen de la T° de salida del depósito isotérmico más desfavorable (11000 l)

2. DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS

2.1. DATOS DE PARTIDA

Antes de realizar el cálculo se realizan las siguientes hipótesis:

- Las pérdidas de calor hacia el exterior son despreciables.
- No se forman bolsas de aire en el intercambiador.
- El coeficiente global de transmisión de calor es constante a lo largo de todo el intercambiador.
- La temperatura en el interior de cada canal sólo varía en la dirección del flujo.

Los datos necesarios son los que se mencionan a continuación:

- Características de las placas de las que se han preseleccionado, que vienen a ser el modelo SC-N-4 de la empresa INDELCASA, ver justificación en el apartado 4.2.
INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS :
 - Acero AISI 316.
 - Anchura de placa: 0,18 m.
 - Longitud de placa: 0,357 m.
 - Superficie unitaria: $0,032\text{m}^2$.
 - Espaciado entre placas: 2,5 mm.
 - Conductividad térmica: $16,3\text{ W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$
 - Espesor de placa: 0,6 mm.
- Propiedades térmicas del vino:
 - Densidad del Fino o Fino Reñidero: $0,987\text{ kg/l}$ (dato experimental de la bodega)
 - Densidad del Moscatel Blanco: $1,063\text{ kg/l}$ (dato experimental de la bodega)
 - Viscosidad del Fino o Fino Reñidero: $1,2\text{ mPa}\cdot\text{s}$
 - Viscosidad del Moscatel Blanco: $1,6\text{ mPa}\cdot\text{s}$
 - Calor específico: $0,955\text{ kcal}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ (tanto para el Vino Fino o Fino Reñidero como para el Moscatel Blanco)
 - Conductividad térmica: $0,52\text{ W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ (tanto para el Vino Fino o Fino Reñidero como para el Moscatel Blanco)
 - Factor de ensuciamiento del vino no estabilizado por posible deposición de tartratos: $0,00043\text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C})/\text{W}$

Las propiedades termofísicas del vino se consideran constantes en el rango de temperaturas de trabajo. Además, se considera que es el mismo valor para el vino frío y caliente, ya que el fluido frío y caliente es el mismo (vino) y la variación con respecto a la temperatura en este intervalo de temperaturas se considera despreciable.

2.2. CÁLCULO DEL CALOR INTERCAMBIADO

2.2.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

Se empieza realizando el balance global de energía en el que el flujo de calor cedido por el vino caliente es absorbido por el vino frío, aumentando así su temperatura.

$$Q = w_c C_p (T_e - T_s) = w_f C_p (t_s - t_e) \text{ [2.2.1.]}$$

Siendo:

Q: Calor intercambiado (kcal/h)

T_e: Temperatura de entrada del vino caliente, Fino o Fino Reñidero (°C).

T_s: Temperatura de salida del vino caliente, Fino o Fino Reñidero (°C).

t_e: Temperatura de entrada del vino frío, Fino o Fino Reñidero (°C). = Temperatura de salida del depósito isotérmico.

t_s: Temperatura de salida del vino frío, Fino o Fino Reñidero (°C).

w_c: Caudal másico del vino caliente, Fino o Fino Reñidero (kg/h).

w_f: Caudal másico del vino frío, Fino o Fino Reñidero (kg/h).

C_p: Calor específico del vino (kcal/(kg·°C))

Se conoce los valores de tres de las cuatro temperaturas anteriormente descritas. Estos valores son:

- T_e: 28,3°C
- T_s: 0°C (Se selecciona esta temperatura para que después en el intercambiador de calor de cuerpo rascado sea mínima la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida, y sin que se sobrepase la t_s, y la capacidad frigorífica del cuerpo rascado de 10000 frigorías/hora)
- t_e: -4,99°C

Por lo tanto la única temperatura que nos queda por determinar es la temperatura de salida del vino frío.

Para ello utilizaremos la expresión [2.2.1], aunque antes necesitamos conocer el caudal másico.

Se conoce el caudal volumétrico para las dos corrientes y se sabe que ambas poseen el valor de 1000 l/h.

Para obtener el caudal másico se aplica la siguiente expresión:

$$W = q \cdot \rho \text{ [2.2.2]}$$

Siendo:

W: Caudal másico de vino a tratar (kg/h).

q: Caudal volumétrico del vino a tratar (l/h).

ρ: Densidad del vino (kg/l).

Por lo tanto el valor del caudal másico para el vino caliente es:

$$W_c = 1000 \left(\frac{l}{h} \right) \cdot 0,987 \left(\frac{kg}{l} \right) = 987 \left(\frac{kg}{h} \right)$$

Por lo tanto el valor del caudal másico para el vino frío es:

$$W_f = 1000 \left(\frac{l}{h} \right) \cdot 0,987 \left(\frac{kg}{l} \right) = 987 \left(\frac{kg}{h} \right)$$

Reordenado la expresión [2.2.1], podemos calcular la temperatura de salida del vino frío:

$$t_s = t_e + \frac{W_c \cdot C_p \cdot (T_e - T_s)}{W_f \cdot C_p}$$

$$t_s = -4,99 \text{ (}^\circ\text{C)} + \frac{987 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot (28,3 - 0) \text{ (}^\circ\text{C)}}{987 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right)}$$

$$t_s = 23,31 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Mediante la expresión [2.2.1] se puede conocer la cantidad de calor que se transfiere en el intercambiador:

$$Q = W \cdot C_p \cdot (T_e - T_s)$$

$$Q = 987 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot (28,3 - 0) \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$Q = 26675,16 \left(\frac{kcal}{h} \right)$$

2.2.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON MOSCATEL BLANCO

El procedimiento es análogo al descrito en el apartado 2.2.1.

Se empieza realizando el balance global de energía en el que el flujo de calor cedido por el vino caliente es absorbido por el vino frío, aumentando así su temperatura.

$$Q = w_c C_p (T_e - T_s) = w_f C_p (t_s - t_e) \text{ [2.2.1.]}$$

Siendo:

Q: Calor intercambiado (kcal/h)

T_e: Temperatura de entrada del vino caliente, Fino o Fino Reñidero (°C).

T_s: Temperatura de salida del vino caliente, Fino o Fino Reñidero (°C).

t_e: Temperatura de entrada del vino frío, Moscatel Blanco (°C). = Temperatura de salida del depósito isotérmico.

t_s: Temperatura de salida del vino frío, Moscatel Blanco (°C).

w_c: Caudal másico del vino caliente, Fino o Fino Reñidero (kg/h).

w_f: Caudal másico del vino frío, Moscatel Blanco (kg/h).

C_p: Calor específico del vino (kcal/(kg·°C))

Se conoce los valores de tres de las cuatro temperaturas anteriormente descritas. Estos valores son:

- T_e : 28,3°C
- T_s : 0°C (Se selecciona esta temperatura para que después en el intercambiador de calor de cuerpo rascado sea mínima la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida, y sin que se sobrepase la t_s , y la capacidad frigorífica del cuerpo rascado de 10000 frigorías/hora)
- t_e : -10,97°C

Por lo tanto la única temperatura que nos queda por determinar es la temperatura de salida del vino frío.

Para ello utilizaremos la expresión [2.2.1], aunque antes necesitamos conocer el caudal másico.

Se conoce el caudal volumétrico para las dos corrientes y se sabe que ambas poseen el valor de 1000 l/h.

Para obtener el caudal másico se aplica la siguiente expresión:

$$W = q \cdot \rho \quad [2.2.2]$$

Siendo:

W: Caudal másico de vino a tratar (kg/h).

q: Caudal volumétrico del vino a tratar (l/h).

ρ : Densidad del vino (kg/l).

Por lo tanto el valor del caudal másico para el vino caliente es:

$$W_c = 1000 \left(\frac{l}{h} \right) \cdot 0,987 \left(\frac{kg}{l} \right) = 987 \left(\frac{kg}{h} \right)$$

Por lo tanto el valor del caudal másico para el vino frío es:

$$W_f = 1000 \left(\frac{l}{h} \right) \cdot 1,063 \left(\frac{kg}{l} \right) = 1063 \left(\frac{kg}{h} \right)$$

Reordenado la expresión [2.2.1], podemos calcular la temperatura de salida del vino frío:

$$t_s = t_e + \frac{W_c \cdot C_p \cdot (T_e - T_s)}{W_f \cdot C_p}$$

$$t_s = -10,97 \text{ (}^\circ\text{C)} + \frac{987 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot (28,3 - 0) (^\circ C)}{1063 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right)}$$

$$t_s = 15,31 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Mediante la expresión [2.2.1] se puede conocer la cantidad de calor que se transfiere en el intercambiador:

$$Q = W \cdot C_p \cdot (T_e - T_s)$$

$$Q = 987 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot (28,3-0) (^\circ C)$$
$$Q = 26675,16 \left(\frac{kcal}{h} \right)$$

2.2.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

El procedimiento es análogo al descrito en el apartado 2.2.1.

Se empieza realizando el balance global de energía en el que el flujo de calor cedido por el vino caliente es absorbido por el vino frío, aumentando así su temperatura.

$$Q = w_c C_p (T_e - T_s) = w_f C_p (t_s - t_e) \text{ [2.2.1.]}$$

Siendo:

Q: Calor intercambiado (kcal/h)

T_e: Temperatura de entrada del vino caliente, Moscatel Blanco (°C).

T_s: Temperatura de salida del vino caliente, Moscatel Blanco (°C).

t_e: Temperatura de entrada del vino frío, Fino o Fino Reñidero (°C). = Temperatura de salida del depósito isotérmico.

t_s: Temperatura de salida del vino frío, Fino o Fino Reñidero (°C).

w_c: Caudal másico del vino caliente, Moscatel Blanco (kg/h).

w_f: Caudal másico del vino frío, Fino o Fino Reñidero (kg/h). C_p: Calor específico del vino (kcal/(kg·°C))

Se conoce los valores de tres de las cuatro temperaturas anteriormente descritas. Estos valores son:

- T_e: 28,3°C
- T_s: -2,5°C (Se selecciona esta temperatura para que después en el intercambiador de calor de cuerpo raspado sea mínima la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida, y sin que se sobrepase la t_s, y la capacidad frigorífica del cuerpo raspado de 10000 frigorías/hora)
- t_e: -4,99°C

Por lo tanto la única temperatura que nos queda por determinar es la temperatura de salida del vino frío.

Para ello utilizaremos la expresión [2.2.1], aunque antes necesitamos conocer el caudal másico.

Se conoce el caudal volumétrico para las dos corrientes y se sabe que ambas poseen el valor de 1000 l/h.

Para obtener el caudal másico se aplica la siguiente expresión:

$$W = q \cdot \rho \text{ [2.2.2]}$$

Siendo:

W: Caudal másico de vino a tratar (kg/h).

q: Caudal volumétrico del vino a tratar (l/h).

ρ : Densidad del vino (kg/l).

Por lo tanto el valor del caudal másico para el vino caliente es:

$$W_f = 1000 \left(\frac{l}{h} \right) \cdot 1,063 \left(\frac{kg}{l} \right) = 1063 \left(\frac{kg}{h} \right)$$

Por lo tanto el valor del caudal másico para el vino frío es:

$$W_c = 1000 \left(\frac{l}{h} \right) \cdot 0,987 \left(\frac{kg}{l} \right) = 987 \left(\frac{kg}{h} \right)$$

Reordenando la expresión [2.2.1], podemos calcular la temperatura de salida del vino frío:

$$t_s = t_e + \frac{W_c \cdot C_p \cdot (T_e - T_s)}{W_f \cdot C_p}$$

$$t_s = -4,99 \text{ (}^\circ\text{C)} + \frac{1063 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot (28,3 - (-2,5)) \text{ (}^\circ\text{C)}}{987 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right)}$$

$$t_s = 28,18 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Mediante la expresión [2.2.1] se puede conocer la cantidad de calor que se transfiere en el intercambiador:

$$Q = W \cdot C_p \cdot (T_e - T_s)$$

$$Q = 1063 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot (28,3 - (-2,5)) \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$Q = 31267,08 \left(\frac{kcal}{h} \right)$$

2.3. CÁLCULO DEL ÁREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

2.3.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

La ecuación de transmisión de calor para el intercambiador de calor de placas es el siguiente:

$$Q = A_t \cdot U \cdot \Delta T \text{ [2.3.1]}$$

Siendo:

Q: Calor intercambiador (kcal/h)

A_t : Área total de transmisión de calor del intercambiador (m^2).

ΔT : Incremento de temperatura ($^\circ C$).

U: Coeficiente global de transmisión de calor ($kcal/(h \cdot m^2 \cdot ^\circ C)$).

Resaltar que en este caso no es necesario utilizar el término ΔT_{ml} , ya que el ΔT es el mismo para el vino caliente y el vino frío, es decir el ΔT es constante debido a que las razones de

capacidad calorífica de los vinos son iguales. Definiéndose la razón de la capacidad calorífica como el producto del caudal másico por el calor específico, y éste se ha admitido constante.

De la ecuación [2.3.1] se necesita conocer el coeficiente global de transmisión de calor para después despejando obtener el área total.

Para calcular el coeficiente global de transmisión de calor, se procede primero a calcular una serie de términos, tanto para el vino caliente como para el vino frío, pero como para ambos casos se cumplen las mismas condiciones de cálculo solo se calculara una vez.

Se comienza calculando la densidad de flujo de los fluidos, definida como:

$$G = \frac{W}{S} \quad [2.3.2]$$

Siendo:

G: Densidad de flujo ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)

W: Caudal másico (kg/h)

S: Sección de paso (m^2)

La sección de paso se define como:

$$S = \text{Anchura de placa} \cdot \text{Espaciado entre placas}$$

Tanto la anchura de placa como el espaciado de placas son conocidos (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo), por lo tanto:

$$S = 0,18(\text{m}) \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} (\text{m})$$

$$S = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Por lo tanto introduciendo los valores en la ecuación [2.3.2]:

$$G = \frac{987 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right)}{4,5 \cdot 10^{-4} (\text{m}^2)} \cdot \frac{1(\text{h})}{3600 (\text{s})}$$

$$G = 609,26 \left(\frac{\text{kg}}{(\text{m}^2 \cdot \text{s})} \right)$$

Para calcular los coeficientes individuales en régimen turbulento se recurre a una expresión que relaciona los módulos de Nusselt, Reynolds y Prandtl [Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005], de la siguiente manera:

$$(\text{Nu}) = \frac{h \cdot D_e}{k} = 0,374 \cdot (\text{Re})^{2/3} \cdot (\text{Pr})^{1/3} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w} \right)^{0,15} \quad [2.3.3.]$$

Donde:

Nu: Número de Nusselt (Adimensional).

Re: Número de Reynolds (Adimensional).

Pr: Número de Prandtl (Adimensional).

h: Coeficiente individual de transferencia de calor ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$).

De: Diámetro equivalente (m).

k : Conductividad térmica del vino ($W/(m \cdot ^\circ C)$) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del primer Anexo).

η : Viscosidad del vino ($Pa \cdot s$).

η_w : Viscosidad del vino refrigerante ($Pa \cdot s$).

El diámetro equivalente, se define como cuatro veces el radio hidráulico, siendo éste la razón entre el área de paso del fluido entre las placas y el perímetro mojado:

$$D_e = 4 \cdot r_H = 4 \cdot \frac{a \cdot b}{2 \cdot a} = 2 \cdot b \quad [2.3.4.]$$

Siendo:

D_e : Diámetro equivalente (m).

a : Anchura de las placas (m).

b : Espaciado entre las placas (m).

Estos valores ya son conocidos por lo tanto se procede al cálculo del diámetro equivalente mediante la ecuación [2.3.4.]:

$$D_e = 2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$D_e = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

El número de Reynolds se define como:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D_e}{\eta} = \frac{\rho \cdot \frac{Q_v}{S} \cdot D_e}{\eta} = \frac{\frac{W}{S} \cdot D_e}{\eta}$$

$$Re = \frac{G \cdot D_e}{\eta} \quad [2.3.5]$$

Siendo:

Re : Número de Reynolds (Adimensional).

D_e : Diámetro equivalente (m).

G : Densidad de flujo ($kg/(m^2 \cdot s)$).

η : Viscosidad del vino ($Pa \cdot s$).

Sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$Re = \frac{609,26 \left(\frac{kg}{(m^2 \cdot s)} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{kg}{(m \cdot s)} \right)} = 2538,58$$

El valor del Reynolds es superior a 400, por consiguiente el vino se encuentra en régimen turbulento y se puede utilizar la ecuación [2.3.3.] para el cálculo del coeficiente individual de transferencia de calor.

El módulo de Prandtl se define como:

$$Pr = \frac{c_p \cdot \eta}{k} \quad [2.3.6.]$$

Siendo:

Pr : Número de Prandtl (Adimensional).

C_p : Calor específico del vino ($\text{kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

η : Viscosidad del vino ($\text{Pa} \cdot \text{s}$).

k : Conductividad térmica del vino ($\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

Colocando los valores numéricos en la ecuación [2.3.6], se obtiene:

$$\text{Pr} = \frac{0,955 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) \cdot \left(\frac{4184 \text{ J}}{1 \text{ Kcal}} \right) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}} \right)}{0,52 \left(\frac{\text{J}}{\text{m} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}} \right)}$$

$$\text{Pr} = 9,22$$

Despejando h de la ecuación [1.2.5] y sustituyendo los valores obtenemos:

$$h = \frac{0,374 \cdot (Re)^{\frac{2}{3}} \cdot (\text{Pr})^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w} \right)^{0,15} \cdot k}{D_e}$$

$$h = \frac{0,374 \cdot (2538,58)^{\frac{2}{3}} \cdot (9,22)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{1,2}{1,2} \right)^{0,15} \cdot 0,52 \left(\frac{\text{J}}{\text{m} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}} \right)}{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

$$h = 15177,81 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

Una vez obtenidos los coeficientes individuales debe calcularse el coeficiente global de transmisión de calor, según la ecuación global:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_c} + \frac{e}{k_p} + \frac{1}{h_f} + R_c + R_f \quad [2.3.7.]$$

Siendo:

U : Coeficiente global de transmisión de calor ($\text{kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$).

h_c : Coeficiente individual de transmisión de calor del vino caliente ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$).

h_f : Coeficiente individual de transmisión de calor del vino frío ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$).

e : Espesor de la pared de la placa (m).

k_p : Conductividad térmica del acero AISI 316 ($\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

Los subíndices c y f hacen referencia al vino caliente y vino frío respectivamente, en este proyecto se ha considerado que las propiedades son idénticas para los dos fluidos, por ello el valor de h_c y de h_f es el mismo. Con respecto a los términos R_c y R_f , hacen referencia al factor de ensuciamiento del vino caliente y frío respectivamente.

Mencionar que el vino caliente es el vino que no está estabilizado, por lo que se le considera un factor de ensuciamiento debido a la posibilidad de deposiciones de tartratos (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo). Al vino frío que es el vino ya estabilizado no se le considera el factor de ensuciamiento ya que se le ha eliminado los tartratos.

Se introduce las condiciones descritas en la ecuación [2.3.7] y se sustituye los valores numéricos:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{15177,81} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right) + \frac{6 \cdot 10^{-4}}{16,3} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right) + \frac{1}{15177,81} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right) + 0,00043 \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right)$$

$$\frac{1}{U} = 5,9858 \cdot 10^{-4} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right)$$

Por lo tanto el coeficiente global de transmisión de calor posee un valor de:

$$U = 1670,62 \left(\frac{W}{(m^2 \cdot ^\circ C)} \right)$$

$$U = 1670,62 \left(\frac{J}{(m \cdot s \cdot ^\circ C)} \right) \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4184 J} \cdot \frac{3600s}{1h}$$

$$U = 1437,43 \left(\frac{kcal}{(m \cdot h \cdot ^\circ C)} \right)$$

De la ecuación [2.3.1.] se obtiene el área total:

$$A_t = \frac{Q}{\Delta T \cdot U}$$

$$A_t = \frac{26675,16 \left(\frac{kcal}{h} \right)}{28,3 (^\circ C) \cdot 1437,43 \left(\frac{kcal}{(m^2 \cdot h \cdot ^\circ C)} \right)}$$

$$A_t = 0,6557 \text{ m}^2$$

En este tipo de intercambiadores se puede tener unas pérdidas de calor del orden del 5% [López Gómez, Antonio, 1992], en realidad se tendrá un área total de:

$$A_t = 0,6557 \text{ m}^2 \cdot 1,05 = 0,6885 \text{ m}^2$$

El área total de transferencia de calor es de 0,6885 m².

2.3.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON MOSCATEL BLANCO

La ecuación de transmisión de calor para el intercambiador de calor de placas es el siguiente:

$$Q = A_t \cdot U \cdot \Delta T \text{ [2.3.1]}$$

Siendo:

Q: Calor intercambiador (kcal/h)

A_t: Área total de transmisión de calor del intercambiador (m²).

ΔT: Incremento de temperatura (°C).

U: Coeficiente global de transmisión de calor (kcal/(h·m²·°C)).

Resaltar que en este caso no es necesario utilizar el término ΔT_{ml} , ya que el ΔT es el mismo para el vino caliente y el vino frío, es decir el ΔT es constante debido a que las razones de capacidad calorífica de los vinos son iguales. Definiéndose la razón de la capacidad calorífica como el producto del caudal másico por el calor específico, y éste se ha admitido constante.

De la ecuación [2.3.1] se necesita conocer el coeficiente global de transmisión de calor para después despejando obtener el área total.

Para calcular el coeficiente global de transmisión de calor, se procede primero a calcular una serie de términos, tanto para el vino frío (Moscatel Blanco) y el vino caliente (Fino o Fino Reñidero).

CALCULO PARA EL VINO FRÍO (MOSCATEL BLANCO)

Se comienza calculando la densidad de flujo de los fluidos, definida como:

$$G = \frac{W}{S} \quad [2.3.2]$$

Siendo:

G: Densidad de flujo ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)

W: Caudal másico (kg/h)

S: Sección de paso (m^2)

La sección de paso se define como:

$$S = \text{Anchura de placa} \cdot \text{Espaciado entre placas}$$

Tanto la anchura de placa como el espaciado de placas son conocidos (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo), por lo tanto:

$$S = 0,18(\text{m}) \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} (\text{m})$$

$$S = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Por lo tanto introduciendo los valores en la ecuación [2.3.2]:

$$G = \frac{1063 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right)}{4,5 \cdot 10^{-4} (\text{m}^2)} \cdot \frac{1(\text{h})}{3600 (\text{s})}$$

$$G = 656,17 \left(\frac{\text{kg}}{(\text{m}^2 \cdot \text{s})} \right)$$

Para calcular los coeficientes individuales en régimen turbulento se recurre a una expresión que relaciona los módulos de Nusselt, Reynolds y Prandtl [Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005], de la siguiente manera:

$$(Nu) = \frac{h \cdot D_e}{k} = 0,374 \cdot (Re)^{2/3} \cdot (Pr)^{1/3} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w}\right)^{0,15} \quad [2.3.3.]$$

Donde:

Nu: Número de Nusselt (Adimensional).

Re: Número de Reynolds (Adimensional).

Pr: Número de Prandtl (Adimensional).

h: Coeficiente individual de transferencia de calor (W/(m²·°C)).

D_e: Diámetro equivalente (m).

k: Conductividad térmica del vino (W/(m·°C)) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del primer Anexo).

η: Viscosidad del vino (Pa·s).

η_w: Viscosidad del vino refrigerante (Pa·s).

El diámetro equivalente, se define como cuatro veces el radio hidráulico, siendo éste la razón entre el área de paso del fluido entre las placas y el perímetro mojado:

$$D_e = 4 \cdot r_H = 4 \cdot \frac{a \cdot b}{2 \cdot a} = 2 \cdot b \quad [2.3.4.]$$

Siendo:

D_e: Diámetro equivalente (m).

a: Anchura de las placas (m).

b: Espaciado entre las placas (m).

Estos valores ya son conocidos por lo tanto se procede al cálculo del diámetro equivalente mediante la ecuación [2.3.4.]:

$$D_e = 2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$D_e = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

El número de Reynolds se define como:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D_e}{\eta} = \frac{\rho \cdot \frac{Q_v}{S} \cdot D_e}{\eta} = \frac{\frac{W}{S} \cdot D_e}{\eta}$$

$$Re = \frac{G \cdot D_e}{\eta} \quad [2.3.5]$$

Siendo:

Re: Número de Reynolds (Adimensional).

D_e: Diámetro equivalente (m).

G: Densidad de flujo (kg/(m²·s)).

η: Viscosidad del vino (Pa·s).

Sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$Re = \frac{656,17 \left(\frac{kg}{(m^2 \cdot s)} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{kg}{(m \cdot s)} \right)} = 2050,54$$

El valor del Reynolds es superior a 400, por consiguiente el vino se encuentra en régimen turbulento y se puede utilizar la ecuación [2.3.3.] para el cálculo del coeficiente individual de transferencia de calor.

El módulo de Prandtl se define como:

$$Pr = \frac{c_p \cdot \eta}{k} \quad [2.3.6.]$$

Siendo:

Pr: Número de Prandtl (Adimensional).

c_p : Calor específico del vino (kcal/(kg·°C)) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

η : Viscosidad del vino (Pa·s).

k : Conductividad térmica del vino (W/(m·°C)) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

Colocando los valores numéricos en la ecuación [2.3.6], se obtiene:

$$Pr = \frac{0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot \left(\frac{4184J}{1Kcal} \right) \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{kg}{m \cdot s} \right)}{0,52 \left(\frac{J}{m \cdot s \cdot ^\circ C} \right)}$$

$$Pr = 12,29$$

Despejando h de la ecuación [1.2.5] y sustituyendo los valores obtenemos:

$$h_f = \frac{0,374 \cdot (Re)^{\frac{2}{3}} \cdot (Pr)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w} \right)^{0,15} \cdot k}{D_e}$$

$$h_f = \frac{0,374 \cdot (2050,54)^{\frac{2}{3}} \cdot (12,29)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{1,2}{1,6} \right)^{0,15} \cdot 0,52 \left(\frac{J}{m \cdot s \cdot ^\circ C} \right)}{5 \cdot 10^{-3} m}$$

$$h_f = 13875,87 \left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$$

CALCULO PARA EL VINO CALIENTE (FINO O FINO REÑIDERO)

Se comienza calculando la densidad de flujo de los fluidos, definida como:

$$G = \frac{W}{S} \quad [2.3.2]$$

Siendo:

G : Densidad de flujo (kg/(m²·s))

W : Caudal másico (kg/h)

S : Sección de paso (m²)

La sección de paso se define como:

$$S = \text{Anchura de placa} \cdot \text{Espaciado entre placas}$$

Tanto la anchura de placa como el espaciado de placas son conocidos (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo), por lo tanto:

$$S = 0,18(\text{m}) \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} (\text{m})$$

$$S = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Por lo tanto introduciendo los valores en la ecuación [2.3.2]:

$$G = \frac{987 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right)}{4,5 \cdot 10^{-4} (\text{m}^2)} \cdot \frac{1(\text{h})}{3600 (\text{s})}$$

$$G = 609,26 \left(\frac{\text{kg}}{(\text{m}^2 \cdot \text{s})} \right)$$

Para calcular los coeficientes individuales en régimen turbulento se recurre a una expresión que relaciona los módulos de Nusselt, Reynolds y Prandtl [Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005], de la siguiente manera:

$$(\text{Nu}) = \frac{h \cdot D_e}{k} = 0,374 \cdot (\text{Re})^{2/3} \cdot (\text{Pr})^{1/3} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w} \right)^{0,15} \quad [2.3.3.]$$

Donde:

Nu: Número de Nusselt (Adimensional).

Re: Número de Reynolds (Adimensional).

Pr: Número de Prandtl (Adimensional).

h: Coeficiente individual de transferencia de calor ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$).

D_e : Diámetro equivalente (m).

k: Conductividad térmica del vino ($\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del primer Anexo).

η : Viscosidad del vino ($\text{Pa} \cdot \text{s}$).

η_w : Viscosidad del vino refrigerante ($\text{Pa} \cdot \text{s}$).

El diámetro equivalente, se define como cuatro veces el radio hidráulico, siendo éste la razón entre el área de paso del fluido entre las placas y el perímetro mojado:

$$D_e = 4 \cdot r_H = 4 \cdot \frac{a \cdot b}{2 \cdot a} = 2 \cdot b \quad [2.3.4.]$$

Siendo:

D_e : Diámetro equivalente (m).

a: Anchura de las placas (m).

b: Espaciado entre las placas (m).

Estos valores ya son conocidos por lo tanto se procede al cálculo del diámetro equivalente mediante la ecuación [2.3.4.]:

$$D_e = 2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} (\text{m})$$

$$D_e = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

El número de Reynolds se define como:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D_e}{\eta} = \frac{\rho \cdot \frac{Q_v}{S} \cdot D_e}{\eta} = \frac{\frac{W}{S} \cdot D_e}{\eta}$$

$$Re = \frac{G \cdot D_e}{\eta} \quad [2.3.5]$$

Siendo:

Re: Número de Reynolds (Adimensional).

De: Diámetro equivalente (m).

G: Densidad de flujo (kg/(m²·s)).

η: Viscosidad del vino (Pa·s).

Sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$Re = \frac{609,26 \left(\frac{kg}{(m^2 \cdot s)} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{kg}{(m \cdot s)} \right)} = 2538,58$$

El valor del Reynolds es superior a 400, por consiguiente el vino se encuentra en régimen turbulento y se puede utilizar la ecuación [2.3.3.] para el cálculo del coeficiente individual de transferencia de calor.

El módulo de Prandtl se define como:

$$Pr = \frac{c_p \cdot \eta}{k} \quad [2.3.6.]$$

Siendo:

Pr: Número de Prandtl (Adimensional).

C_p: Calor específico del vino (kcal/(kg·°C)) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

η: Viscosidad del vino (Pa·s).

k: Conductividad térmica del vino (W/(m·°C)) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

Colocando los valores numéricos en la ecuación [2.3.6], se obtiene:

$$Pr = \frac{0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot \left(\frac{4184J}{1Kcal} \right) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{kg}{(m \cdot s)} \right)}{0,52 \left(\frac{J}{(m \cdot s \cdot ^\circ C)} \right)}$$

$$Pr = 9,22$$

Despejando h de la ecuación [1.2.5] y sustituyendo los valores obtenemos:

$$h_c = \frac{0,374 \cdot (Re)^{\frac{2}{3}} \cdot (Pr)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w} \right)^{0,15} \cdot k}{D_e}$$

$$h_c = \frac{0,374 \cdot (2538,58)^{\frac{2}{3}} \cdot (9,22)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{1,2}{1,6}\right)^{0,15} \cdot 0,52 \left(\frac{J}{m \cdot s \cdot ^\circ C}\right)}{5 \cdot 10^{-3} m}$$

$$h_c = 14536,78 \left(\frac{W}{(m^2 \cdot ^\circ C)}\right)$$

Una vez obtenidos los coeficientes individuales debe calcularse el coeficiente global de transmisión de calor, según la ecuación global:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_c} + \frac{e}{k_p} + \frac{1}{h_f} + R_c + R_f \quad [2.3.7.]$$

Siendo:

U: Coeficiente global de transmisión de calor (kcal/(h·m²·°C)).

h_c: Coeficiente individual de transmisión de calor del vino caliente (W/(m²·°C)).

h_f: Coeficiente individual de transmisión de calor del vino frío (W/(m²·°C)).

e: Espesor de la pared de la placa (m).

k_p: Conductividad térmica del acero AISI 316 (W/(m·°C)) (Ver apartado

2.1. Datos de partida del presente Anexo).

Los subíndices c y f hacen referencia al vino caliente y vino frío respectivamente, en este proyecto se ha considerado que las propiedades son idénticas para los dos fluidos, por ello el valor de h_c y de h_f es el mismo. Con respecto a los términos R_c y R_f, hacen referencia al factor de ensuciamiento del vino caliente y frío respectivamente.

Mencionar que el vino caliente es el vino que no está estabilizado, por lo que se le considera un factor de ensuciamiento debido a la posibilidad de deposiciones de tartratos (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo). Al vino frío que es el vino ya estabilizado no se le considera el factor de ensuciamiento ya que se le ha eliminado los tartratos.

Se introduce las condiciones descritas en la ecuación [2.3.7] y se sustituye los valores numéricos:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{14536,78} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W}\right) + \frac{6 \cdot 10^{-4}}{16,3} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W}\right) + \frac{1}{13875,87} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W}\right) + 0,00043 \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W}\right)$$

$$\frac{1}{U} = 6,0767 \cdot 10^{-4} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W}\right)$$

Por lo tanto el coeficiente global de transmisión de calor posee un valor de:

$$U = 1645,63 \left(\frac{W}{(m^2 \cdot ^\circ C)}\right)$$

$$U = 1645,63 \left(\frac{J}{(m \cdot s \cdot ^\circ C)}\right) \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4184 J} \cdot \frac{3600s}{1h}$$

$$U = 1415,94 \left(\frac{kcal}{(m \cdot h \cdot ^\circ C)}\right)$$

De la ecuación [2.3.1.] se obtiene el área total:

$$A_t = \frac{Q}{\Delta T \cdot U}$$

$$A_t = \frac{26675,16 \left(\frac{kcal}{h} \right)}{28,3 (^{\circ}C) \cdot 1415,94 \left(\frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^{\circ}C} \right)}$$

$$A_t = 0,6657 \text{ m}^2$$

En este tipo de intercambiadores se puede tener unas pérdidas de calor del orden del 5% [López Gomez, Antonio, 1992], en realidad se tendrá un área total de:

$$A_t = 0,6657 \text{ m}^2 \cdot 1,05 = 0,6990 \text{ m}^2$$

El área total de transferencia de calor es de 0,6990 m².

2.3.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

La ecuación de transmisión de calor para el intercambiador de calor de placas es el siguiente:

$$Q = A_t \cdot U \cdot \Delta T \text{ [2.3.1]}$$

Siendo:

Q: Calor intercambiador (kcal/h)

A_t: Área total de transmisión de calor del intercambiador (m²).

ΔT: Incremento de temperatura (°C).

U: Coeficiente global de transmisión de calor (kcal/(h·m²·°C)).

Resaltar que en este caso no es necesario utilizar el término ΔT_{ml}, ya que el ΔT es el mismo para el vino caliente y el vino frío, es decir el ΔT es constante debido a que las razones de capacidad calorífica de los vinos son iguales. Definiéndose la razón de la capacidad calorífica como el producto del caudal másico por el calor específico, y éste se ha admitido constante.

De la ecuación [2.3.1] se necesita conocer el coeficiente global de transmisión de calor para después despejando obtener el área total.

Para calcular el coeficiente global de transmisión de calor, se procede primero a calcular una serie de términos, tanto para el vino frío (Fino o Fino Reñidero) y el vino caliente (Moscatel Blanco).

CÁLCULO PARA EL VINO FRÍO (FINO O FINO REÑIDERO)

Se comienza calculando la densidad de flujo de los fluidos, definida como:

$$G = \frac{W}{S} \text{ [2.3.2]}$$

Siendo:

G: Densidad de flujo ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)

W: Caudal másico (kg/h)

S: Sección de paso (m^2)

La sección de paso se define como:

$$S = \text{Anchura de placa} \cdot \text{Espaciado entre placas}$$

Tanto la anchura de placa como el espaciado de placas son conocidos (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo), por lo tanto:

$$S = 0,18(\text{m}) \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} (\text{m})$$

$$S = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Por lo tanto introduciendo los valores en la ecuación [2.3.2]:

$$G = \frac{987 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}} \right)}{4,5 \cdot 10^{-4} (\text{m}^2)} \cdot \frac{1(\text{h})}{3600 (\text{s})}$$

$$G = 609,26 \left(\frac{\text{kg}}{(\text{m}^2 \cdot \text{s})} \right)$$

Para calcular los coeficientes individuales en régimen turbulento se recurre a una expresión que relaciona los módulos de Nusselt, Reynolds y Prandtl [Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005], de la siguiente manera:

$$(\text{Nu}) = \frac{h \cdot D_e}{k} = 0,374 \cdot (\text{Re})^{2/3} \cdot (\text{Pr})^{1/3} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w} \right)^{0,15} \quad [2.3.3.]$$

Donde:

Nu: Número de Nusselt (Adimensional).

Re: Número de Reynolds (Adimensional).

Pr: Número de Prandtl (Adimensional).

h: Coeficiente individual de transferencia de calor ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$).

D_e : Diámetro equivalente (m).

k: Conductividad térmica del vino ($\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del primer Anexo).

η : Viscosidad del vino ($\text{Pa} \cdot \text{s}$).

η_w : Viscosidad del vino refrigerante ($\text{Pa} \cdot \text{s}$).

El diámetro equivalente, se define como cuatro veces el radio hidráulico, siendo éste la razón entre el área de paso del fluido entre las placas y el perímetro mojado:

$$D_e = 4 \cdot r_H = 4 \cdot \frac{a \cdot b}{2 \cdot a} = 2 \cdot b \quad [2.3.4.]$$

Siendo:

D_e : Diámetro equivalente (m).

a: Anchura de las placas (m).

b: Espaciado entre las placas (m).

Estos valores ya son conocidos por lo tanto se procede al cálculo del diámetro equivalente mediante la ecuación [2.3.4.]:

$$D_e = 2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$D_e = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

El número de Reynolds se define como:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D_e}{\eta} = \frac{\rho \cdot \frac{Q_v}{S} \cdot D_e}{\eta} = \frac{\frac{W}{S} \cdot D_e}{\eta}$$

$$Re = \frac{G \cdot D_e}{\eta} \quad [2.3.5]$$

Siendo:

Re: Número de Reynolds (Adimensional).

De: Diámetro equivalente (m).

G: Densidad de flujo ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$).

η : Viscosidad del vino ($\text{Pa} \cdot \text{s}$).

Sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$Re = \frac{609,26 \left(\frac{\text{kg}}{(\text{m}^2 \cdot \text{s})} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{kg}}{(\text{m} \cdot \text{s})} \right)} = 2538,58$$

El valor del Reynolds es superior a 400, por consiguiente el vino se encuentra en régimen turbulento y se puede utilizar la ecuación [2.3.3.] para el cálculo del coeficiente individual de transferencia de calor.

El módulo de Prandtl se define como:

$$Pr = \frac{c_p \cdot \eta}{k} \quad [2.3.6.]$$

Siendo:

Pr: Número de Prandtl (Adimensional).

c_p : Calor específico del vino ($\text{kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

η : Viscosidad del vino ($\text{Pa} \cdot \text{s}$).

k : Conductividad térmica del vino ($\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

Colocando los valores numéricos en la ecuación [2.3.6], se obtiene:

$$Pr = \frac{0,955 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) \cdot \left(\frac{4184 \text{ J}}{1 \text{ Kcal}} \right) \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{kg}}{(\text{m} \cdot \text{s})} \right)}{0,52 \left(\frac{\text{J}}{(\text{m} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})} \right)}$$

$$Pr = 9,22$$

Despejando h de la ecuación [1.2.5] y sustituyendo los valores obtenemos:

$$h_f = \frac{0,374 \cdot (Re)^{\frac{2}{3}} \cdot (Pr)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w}\right)^{0,15} \cdot k}{D_e}$$

$$h_f = \frac{0,374 \cdot (2538,58)^{\frac{2}{3}} \cdot (9,22)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{1,6}{1,2}\right)^{0,15} \cdot 0,52 \left(\frac{J}{(m \cdot s \cdot ^\circ C)}\right)}{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

$$h_f = 15847,11 \left(\frac{W}{(m^2 \cdot ^\circ C)}\right)$$

CALCULO PARA EL VINO CALIENTE (MOSCATEL BLANCO)

Se comienza calculando la densidad de flujo de los fluidos, definida como:

$$G = \frac{W}{S} \text{ [2.3.2]}$$

Siendo:

G: Densidad de flujo ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)

W: Caudal másico (kg/h)

S: Sección de paso (m^2)

La sección de paso se define como:

$$S = \text{Anchura de placa} \cdot \text{Espaciado entre placas}$$

Tanto la anchura de placa como el espaciado de placas son conocidos (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo), por lo tanto:

$$S = 0,18(\text{m}) \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} (\text{m})$$

$$S = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Por lo tanto introduciendo los valores en la ecuación [2.3.2]:

$$G = \frac{987 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right)}{4,5 \cdot 10^{-4} (\text{m}^2)} \cdot \frac{1(\text{h})}{3600 (\text{s})}$$

$$G = 656,17 \left(\frac{\text{kg}}{(\text{m}^2 \cdot \text{s})}\right)$$

Para calcular los coeficientes individuales en régimen turbulento se recurre a una expresión que relaciona los módulos de Nusselt, Reynolds y Prandtl [Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005], de la siguiente manera:

$$(\text{Nu}) = \frac{h \cdot D_e}{k} = 0,374 \cdot (\text{Re})^{2/3} \cdot (\text{Pr})^{1/3} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w}\right)^{0,15} \text{ [2.3.3.]}$$

Donde:

Nu: Número de Nusselt (Adimensional).

Re: Número de Reynolds (Adimensional).

Pr: Número de Prandtl (Adimensional).

h: Coeficiente individual de transferencia de calor ($W/(m^2 \cdot ^\circ C)$).

De: Diámetro equivalente (m).

k: Conductividad térmica del vino ($W/(m \cdot ^\circ C)$) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del primer Anexo).

η : Viscosidad del vino ($Pa \cdot s$).

η_w : Viscosidad del vino refrigerante ($Pa \cdot s$).

El diámetro equivalente, se define como cuatro veces el radio hidráulico, siendo éste la razón entre el área de paso del fluido entre las placas y el perímetro mojado:

$$D_e = 4 \cdot r_H = 4 \cdot \frac{a \cdot b}{2 \cdot a} = 2 \cdot b \quad [2.3.4.]$$

Siendo:

De: Diámetro equivalente (m).

a: Anchura de las placas (m).

b: Espaciado entre las placas (m).

Estos valores ya son conocidos por lo tanto se procede al cálculo del diámetro equivalente mediante la ecuación [2.3.4.]:

$$D_e = 2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$D_e = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

El número de Reynolds se define como:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D_e}{\eta} = \frac{\rho \cdot \frac{Q_v}{S} \cdot D_e}{\eta} = \frac{\frac{W}{S} \cdot D_e}{\eta}$$

$$Re = \frac{G \cdot D_e}{\eta} \quad [2.3.5]$$

Siendo:

Re: Número de Reynolds (Adimensional).

De: Diámetro equivalente (m).

G: Densidad de flujo ($kg/(m^2 \cdot s)$).

η : Viscosidad del vino ($Pa \cdot s$).

Sustituyendo los valores numéricos se obtiene:

$$Re = \frac{656,17 \left(\frac{kg}{(m^2 \cdot s)} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{kg}{(m \cdot s)} \right)} = 2050,54$$

El valor del Reynolds es superior a 400, por consiguiente el vino se encuentra en régimen turbulento y se puede utilizar la ecuación [2.3.3.] para el cálculo del coeficiente individual de transferencia de calor.

El módulo de Prandtl se define como:

$$Pr = \frac{c_p \cdot \eta}{k} \quad [2.3.6.]$$

Siendo:

Pr: Número de Prandtl (Adimensional).

c_p : Calor específico del vino (kcal/(kg·°C)) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

η : Viscosidad del vino (Pa·s).

k : Conductividad térmica del vino (W/(m·°C)) (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo).

Colocando los valores numéricos en la ecuación [2.3.6], se obtiene:

$$Pr = \frac{0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot \left(\frac{4184J}{1Kcal} \right) \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{kg}{m \cdot s} \right)}{0,52 \left(\frac{J}{m \cdot s \cdot ^\circ C} \right)}$$

$$Pr = 12,29$$

Despejando h de la ecuación [1.2.5] y sustituyendo los valores obtenemos:

$$h_c = \frac{0,374 \cdot (Re)^{\frac{2}{3}} \cdot (Pr)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_w} \right)^{0,15} \cdot k}{D_e}$$

$$h_c = \frac{0,374 \cdot (2050,54)^{\frac{2}{3}} \cdot (12,29)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{1,6}{1,2} \right)^{0,15} \cdot 0,52 \left(\frac{J}{m \cdot s \cdot ^\circ C} \right)}{5 \cdot 10^{-3} m}$$

$$h_c = 15126,62 \left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$$

Una vez obtenidos los coeficientes individuales debe calcularse el coeficiente global de transmisión de calor, según la ecuación global:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_c} + \frac{e}{k_p} + \frac{1}{h_f} + R_c + R_f \quad [2.3.7.]$$

Siendo:

U : Coeficiente global de transmisión de calor (kcal/(h·m²·°C)).

h_c : Coeficiente individual de transmisión de calor del vino caliente (W/(m²·°C)).

h_f : Coeficiente individual de transmisión de calor del vino frío (W/(m²·°C)).

e : Espesor de la pared de la placa (m).

k_p : Conductividad térmica del acero AISI 316 (W/(m·°C)) (Ver apartado

2.1. Datos de partida del presente Anexo).

Los subíndices c y f hacen referencia al vino caliente y vino frío respectivamente, en este proyecto se ha considerado que las propiedades son idénticas para los dos fluidos, por ello el valor de h_c y de h_f es el mismo. Con respecto a los términos R_c y R_f , hacen referencia al factor de ensuciamiento del vino caliente y frío respectivamente.

Mencionar que el vino caliente es el vino que no está estabilizado, por lo que se le considera un factor de ensuciamiento debido a la posibilidad de deposiciones de tartratos (Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo). Al vino frío que es el vino ya estabilizado no se le considera el factor de ensuciamiento ya que se le ha eliminado los tartratos.

Se introduce las condiciones descritas en la ecuación [2.3.7] y se sustituye los valores numéricos:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{15126,62} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right) + \frac{6 \cdot 10^{-4}}{16,3} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right) + \frac{1}{15847,11} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right) + 0,00043 \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right)$$

$$\frac{1}{U} = 5,9602 \cdot 10^{-4} \left(\frac{(m^2 \cdot ^\circ C)}{W} \right)$$

Por lo tanto el coeficiente global de transmisión de calor posee un valor de:

$$U = 1677,79 \left(\frac{W}{(m^2 \cdot ^\circ C)} \right)$$

$$U = 1677,79 \left(\frac{J}{(m \cdot s \cdot ^\circ C)} \right) \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4184 \text{ J}} \cdot \frac{3600s}{1h}$$

$$U = 1443,61 \left(\frac{kcal}{(m \cdot h \cdot ^\circ C)} \right)$$

De la ecuación [2.3.1.] se obtiene el área total:

$$A_t = \frac{Q}{\Delta T \cdot U}$$

$$A_t = \frac{31267,08 \left(\frac{kcal}{h} \right)}{30,8 (^\circ C) \cdot 1443,61 \left(\frac{kcal}{(m^2 \cdot h \cdot ^\circ C)} \right)}$$

$$A_t = 0,7032 \text{ m}^2$$

En este tipo de intercambiadores se puede tener unas pérdidas de calor del orden del 5% [López Gomez, Antonio, 1992], en realidad se tendrá un área total de:

$$A_t = 0,7032 \text{ m}^2 \cdot 1,05 = 0,7384 \text{ m}^2$$

El área total de transferencia de calor es de 0,7384 m², siendo éste el mayor valor de las tres condiciones por lo que para esta condición dará el mayor número de placas.

2.4. CÁLCULO DEL NÚMERO DE PLACAS

2.4.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

El área total es el producto del área de una placa por el número de ellas, en las que existe transmisión de calor:

$$A_t = N \cdot A_p \text{ [2.4.1.]}$$

Las placas en las que se transmite calor a su través se las denomina placas térmicas (N). Debe resaltarse que las placas de los extremos del intercambiador y las intermedias de distribución de fluidos no son térmicas, pues en ellas no existe intercambio de calor entre los fluidos.

El número de placas térmicas se obtiene sustituyendo en la ecuación [2.4.1] el área de cada:

$$N = \frac{A_t}{A_p}$$
$$N = \frac{0,6885 \text{ m}^2}{0,032 \text{ m}^2} = 21,52 \text{ placas}$$

Se necesitan 22 placas térmicas.

2.4.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON MOSCATEL BLANCO

El área total es el producto del área de una placa por el número de ellas, en las que existe transmisión de calor:

$$A_t = N \cdot A_p \text{ [2.4.1.]}$$

Las placas en las que se transmite calor a su través se las denomina placas térmicas (N). Debe resaltarse que las placas de los extremos del intercambiador y las intermedias de distribución de fluidos no son térmicas, pues en ellas no existe intercambio de calor entre los fluidos.

El número de placas térmicas se obtiene sustituyendo en la ecuación [2.4.1] el área de cada:

$$N = \frac{A_t}{A_p}$$
$$N = \frac{0,6990 \text{ m}^2}{0,032 \text{ m}^2} = 21,84 \text{ placas}$$

Se necesitan 22 placas térmicas.

2.4.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

El área total es el producto del área de una placa por el número de ellas, en las que existe transmisión de calor:

$$A_t = N \cdot A_p \text{ [2.4.1.]}$$

Las placas en las que se transmite calor a su través se las denomina placas térmicas (N). Debe resaltarse que las placas de los extremos del intercambiador y las intermedias de distribución de fluidos no son térmicas, pues en ellas no existe intercambio de calor entre los fluidos. El número de placas térmicas se obtiene sustituyendo en la ecuación [2.4.1] el área de cada:

$$N = \frac{A_t}{A_p}$$

$$N = \frac{0,7384 \text{ m}^2}{0,032 \text{ m}^2} = 23,08 \text{ placas}$$

Se necesitan 24 placas térmicas.

CONCLUSIÓN:

Se compran 24 placas y se quitaran cuando no son necesarias 2 de las placas.

| Fluido Frío | Fluido Caliente | Nº de placas |
|----------------------|----------------------|--------------|
| Fino o Fino Reñidero | MoscateL Blanco | 22 |
| Fino o Fino Reñidero | MoscateL Blanco | 22 |
| MoscateL Blanco | Fino o Fino Reñidero | 24 |

Tabla 16: Tabla Resumen

2.5. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA

2.5.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE FINO Y FINO REÑIDERO

El conocimiento de las pérdidas de carga o presión que experimentan los vinos a su paso por el intercambiador de placas es de suma importancia.

Para el cálculo de la caída de presión pueden utilizarse también esta variante de la ecuación de Fanning (Operaciones Unitarias en la Ingeniería de los Alimentos de Albert Ibarz y Gustavo V. Barbosa-Cánovas):

$$\Delta P = 2 \cdot f \cdot \frac{G^2 \cdot L}{g \cdot D_e \cdot \rho} \text{ [2.5.1]}$$

Siendo:

ΔP : Pérdida de presión (Pa).

f: Factor de fricción (Adimensional).

D_e : Diámetro equivalente (m).

G: Densidad de flujo ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$).

L: Longitud de la placa (distancia que debe recorrer cada fluido al pasar por el canal entre dos placas) (m) (*Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo*).

ρ : Densidad del vino (kg/m^3).

g: Constante gravitacional (m/s^2)

Para régimen de circulación turbulento, el factor de fricción puede calcularse a partir de la ecuación (Coper, 1974, Raju y Chand, 1980):

$$f = \left(\frac{2,5}{(Re)^{0,3}} \right)$$

$$f = \left(\frac{2,5}{(2538,58)^{0,3}} \right)$$

$$f = 0,2380$$

Sustituyendo en la ecuación [2.5.1]:

$$\Delta P = 2 \cdot 0,2380 \cdot \frac{609,26^2 \left(\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^4 \cdot \text{s}^2} \right) \cdot 0,357 \text{ (m)}}{9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ (m)} \cdot 987 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$\Delta P = 1302,94 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 0,1261 \text{ atm}$$

2.5.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON MOSCATEL BLANCO

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE FINO Y FINO REÑIDERO

El conocimiento de las pérdidas de carga o presión que experimentan los vinos a su paso por el intercambiador de placas es de suma importancia.

Para el cálculo de la caída de presión pueden utilizarse también esta variante de la ecuación de Fanning (Operaciones Unitarias en la Ingeniería de los Alimentos de Albert Ibarz y Gustavo V. Barbosa-Cánovas):

$$\Delta P = 2 \cdot f \cdot \frac{G^2 \cdot L}{g \cdot D_e \cdot \rho} \quad [2.5.1]$$

Siendo:

ΔP : Pérdida de presión (Pa).

f: Factor de fricción (Adimensional).

D_e : Diámetro equivalente (m).

G: Densidad de flujo ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$).

L: Longitud de la placa (distancia que debe recorrer cada fluido al pasar por el canal entre dos placas) (m) (*Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo*).

ρ : Densidad del vino (kg/m^3).

g: Constante gravitacional (m/s^2)

Para régimen de circulación turbulento, el factor de fricción puede calcularse a partir de la ecuación (Coper, 1974, Raju y Chand, 1980):

$$f = \left(\frac{2,5}{(Re)^{0,3}} \right)$$

$$f = \left(\frac{2,5}{(2538,58)^{0,3}} \right)$$

$$f = 0,2580$$

Sustituyendo en la ecuación [2.5.1.]:

$$\Delta P = 2 \cdot 0,2580 \cdot \frac{609,26^2 \left(\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^4 \cdot \text{s}^2} \right) \cdot 0,357 \text{ (m)}}{9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ (m)} \cdot 987 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

$$\Delta P = 1302,94 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 0,1261 \text{ atm}$$

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE MOSCATEL BLANCO

El conocimiento de las pérdidas de carga o presión que experimentan los vinos a su paso por el intercambiador de placas es de suma importancia.

Para el cálculo de la caída de presión pueden utilizarse también esta variante de la ecuación de Fanning (Operaciones Unitarias en la Ingeniería de los Alimentos de Albert Ibarz y Gustavo V. Barbosa-Cánovas):

$$\Delta P = 2 \cdot f \cdot \frac{G^2 \cdot L}{g \cdot D_e \cdot \rho} \text{ [2.5.1.]}$$

Siendo:

ΔP : Pérdida de presión (Pa).

f: Factor de fricción (Adimensional).

D_e : Diámetro equivalente (m).

G: Densidad de flujo ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$).

L: Longitud de la placa (distancia que debe recorrer cada fluido al pasar por el canal entre dos placas) (m) (*Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo*).

ρ : Densidad del vino (kg/m^3).

g: Constante gravitacional (m/s^2)

Para régimen de circulación turbulento, el factor de fricción puede calcularse a partir de la ecuación (Coper, 1974, Raju y Chand, 1980):

$$f = \left(\frac{2,5}{(Re)^{0,3}} \right)$$

$$f = \left(\frac{2,5}{(2050,54)^{0,3}} \right)$$

$$f = 0,2537$$

Sustituyendo en la ecuación [2.5.1.]:

$$\Delta P = 2 \cdot 0,2537 \cdot \frac{656,17^2 \left(\frac{kg^2}{m^4 \cdot s^2} \right) \cdot 0,357 (m)}{9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} (m) \cdot 1063 \left(\frac{kg}{m^3} \right)}$$

$$\Delta P = 1495,82 \left(\frac{kg}{m^2} \right) = 0,1448 \text{ atm}$$

2.5.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE FINO Y FINO REÑIDERO

El conocimiento de las pérdidas de carga o presión que experimentan los vinos a su paso por el intercambiador de placas es de suma importancia.

Para el cálculo de la caída de presión pueden utilizarse también esta variante de la ecuación de Fanning (Operaciones Unitarias en la Ingeniería de los Alimentos de Albert Ibarz y Gustavo V. Barbosa-Cánovas):

$$\Delta P = 2 \cdot f \cdot \frac{G^2 \cdot L}{g \cdot D_e \cdot \rho} \quad [2.5.1.]$$

Siendo:

ΔP : Pérdida de presión (Pa).

f: Factor de fricción (Adimensional).

D_e : Diámetro equivalente (m).

G: Densidad de flujo ($kg/(m^2 \cdot s)$).

L: Longitud de la placa (distancia que debe recorrer cada fluido al pasar por el canal entre dos placas) (m) (*Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo*).

ρ : Densidad del vino (kg/m^3).

g: Constante gravitacional (m/s^2)

Para régimen de circulación turbulento, el factor de fricción puede calcularse a partir de la ecuación (Coper, 1974, Raju y Chand, 1980):

$$f = \left(\frac{2,5}{(Re)^{0,3}} \right)$$

$$f = \left(\frac{2,5}{(2538,58)^{0,3}} \right)$$

$$f = 0,2580$$

Sustituyendo en la ecuación [2.5.1.]:

$$\Delta P = 2 \cdot 0,2580 \cdot \frac{609,26^2 \left(\frac{kg^2}{m^4 \cdot s^2} \right) \cdot 0,357 (m)}{9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} (m) \cdot 987 \left(\frac{kg}{m^3} \right)}$$

$$\Delta P = 1302,94 \left(\frac{kg}{m^2} \right) = 0,1261 \text{ atm}$$

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE MOSCATEL BLANCO

El conocimiento de las pérdidas de carga o presión que experimentan los vinos a su paso por el intercambiador de placas es de suma importancia.

Para el cálculo de la caída de presión pueden utilizarse también esta variante de la ecuación de Fanning (Operaciones Unitarias en la Ingeniería de los Alimentos de Albert Ibarz y Gustavo V. Barbosa-Cánovas):

$$\Delta P = 2 \cdot f \cdot \frac{G^2 \cdot L}{g \cdot D_e \cdot \rho} \quad [2.5.1.]$$

Siendo:

ΔP : Pérdida de presión (Pa).

f: Factor de fricción (Adimensional).

D_e : Diámetro equivalente (m).

G: Densidad de flujo ($kg/(m^2 \cdot s)$).

L: Longitud de la placa (distancia que debe recorrer cada fluido al pasar por el canal entre dos placas) (m) (*Ver apartado 2.1. Datos de partida del presente Anexo*).

ρ : Densidad del vino (kg/m^3).

g: Constante gravitacional (m/s^2)

Para régimen de circulación turbulento, el factor de fricción puede calcularse a partir de la ecuación (Coper, 1974, Raju y Chand, 1980):

$$f = \left(\frac{2,5}{(Re)^{0,3}} \right)$$

$$f = \left(\frac{2,5}{(2050,54)^{0,3}} \right)$$

$$f = 0,2537$$

Sustituyendo en la ecuación [2.5.2]:

$$\Delta P = 2 \cdot 0,2537 \cdot \frac{656,17^2 \left(\frac{kg^2}{m^4 \cdot s^2} \right) \cdot 0,357 (m)}{9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right) \cdot 5 \cdot 10^{-3} (m) \cdot 1063 \left(\frac{kg}{m^3} \right)}$$

$$\Delta P = 1495,82 \left(\frac{kg}{m^2} \right) = 0,1448 \text{ atm}$$

CONCLUSIÓN:

El Moscatel Blanco es el que presenta un valor más elevado de la pérdida de carga dentro de las tres condiciones calculadas, por lo que esta será la pérdida de carga de referencia para cada fluido en el intercambiador de calor de placas.

| | | | ΔP | ΔP |
|--------------|-----------------|----------------------|-------------------|---|
| 2.5.1 | Fluido Frío | Fino o Fino Reñidero | 0,1261 atm | 1302,94 $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)$ |
| | Fluido Caliente | Fino o Fino Reñidero | 0,1261 atm | 1302,94 $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)$ |
| 2.5.2 | Fluido Frío | Moscatel Blanco | 0,1448 atm | 1495,82 $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)$ |
| | Fluido Caliente | Fino o Fino Reñidero | 0,1261 atm | 1302,94 $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)$ |
| 2.5.3 | Fluido Frío | Fino o Fino Reñidero | 0,1261 atm | 1302,94 $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)$ |
| | Fluido Caliente | Moscatel Blanco | 0,1448 atm | 1495,82 $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right)$ |

3. DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA

3.1. CÁLCULO DEL CALOR INTERCAMBIADO

3.1.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO

El vino tendrá que ser terminado de enfriar en un intercambiador de calor de superficie rascada.

El fluido refrigerante empleado es el R-404 A, en el que la temperatura a la que se evapora es de -14°C.

Teniendo en cuenta el balance energético en un intercambiador de calor, en el que se admite que no hay pérdidas de calor hacia el exterior, el flujo de calor cedido por el fluido caliente (vino) debe ser igual al flujo de calor absorbido por el fluido (fluido refrigerante R-404 A) e igual al flujo de calor intercambiado:

$$Q_{ced} = Q_{abs} = Q_{int} = Q$$

El flujo de calor intercambiado se rige por la siguiente expresión:

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta T_{ml} \text{ [3.1.1]}$$

Donde:

Q: Calor intercambiado (Kcal/h).

A: Área de intercambio de calor (m²).

U: Coeficiente global de transmisión de calor (kcal/(h·m²·°C)).

ΔT_{ml} : Incremento de temperatura media logarítmica (°C).

Se aprecia que de las cuatro variables que aparece en la expresión anterior (Q, A, U, ΔT_{ml}) la que determina el diseño es el área de intercambio de calor. Por tanto se necesita conocer las restantes variables para poder determinar el área de intercambio de calor.

El flujo de calor cedido por el fluido caliente (vino) viene dado por:

$$Q = W \cdot C_p \cdot (T_e - T_s) \text{ [3.1.2.]}$$

Donde:

Q: Calor cedido (Kcal/h).

W: Caudal másico del vino a enfriar (kg/h).

C_p : Calor específico del vino (kcal/(kg·°C)).

T_e : Temperatura del vino a la entrada del intercambiador de calor de superficie rascada (°C).

T_s : Temperatura del vino a la salida del intercambiador de calor de superficie rascada (°C).

El caudal volumétrico del vino a refrigerar es de 1000 l/h. Para obtener el caudal másico se aplica la expresión [1.2.2]:

$$W = q \cdot \rho$$

Donde:

W: Caudal másico del vino a enfriar (kg/h).

q: Caudal volumétrico del vino a tratar (l/h).

ρ : Densidad del vino (kg/l).

Se considera que la densidad del vino varía de manera insignificante en el rango de temperaturas en el que se trabaja, por lo tanto se considera constante en este rango. El valor de la densidad es de 0,987 kg/l. Por tanto el caudal másico tiene un valor de:

$$W = 1000 \left(\frac{l}{h} \right) \cdot 0,987 \left(\frac{kg}{l} \right) = 987 \left(\frac{kg}{h} \right)$$

Se considera que el calor específico del fluido frío y del fluido caliente es el mismo, es decir, que la variación de este parámetro es insignificante en el tramo de temperatura en las que trabaja este intercambiador de calor de superficie rascada. El valor que se toma es de 0,955 kcal/(kg·°C) [López Gomez, A., 1992].

Acorde a la memoria descriptiva, se va a considerar para el diseño del intercambiador de superficie rascada, los valores experimentales de temperatura de salida del vino necesarios para la estabilización tartárica, ver Tabla 14: Tabla resumen de la T° de tratamiento de la estabilización tartárica en la bodega en el apartado 1 del anexo N°1.

Se sabe que la temperatura de entrada del vino es de 0 °C (vino procedente del intercambiador de calor de placas) y la temperatura de salida del mismo experimentalmente es de -5,8 °C (Ver apartado 1. Cálculo de la temperatura de tratamiento del presente Anexo).

Con los datos mencionados se procede al cálculo del calor intercambiado mediante la expresión [2.2.2]:

$$Q = 987 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot (0 - (-5,8)) (^\circ C)$$

$$Q = 5466,99 \left(\frac{kcal}{h} \right) = 5466,99 \left(\frac{frigorías}{h} \right)$$

3.1.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO

El vino tendrá que ser terminado de enfriar en un intercambiador de calor de superficie rascada.

El fluido refrigerante empleado es el R-404 A, en el que la temperatura a la que se evapora es de -14°C.

Teniendo en cuenta el balance energético en un intercambiador de calor, en el que se admite que no hay pérdidas de calor hacia el exterior, el flujo de calor cedido por el fluido caliente (vino) debe ser igual al flujo de calor absorbido por el fluido (fluido refrigerante R-404 A) e igual al flujo de calor intercambiado:

$$Q_{ced} = Q_{abs} = Q_{int} = Q$$

El flujo de calor intercambiado se rige por la siguiente expresión:

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta T_{ml} \text{ [3.1.1]}$$

Donde:

Q: Calor intercambiado (Kcal/h).

A: Área de intercambio de calor (m²).

U: Coeficiente global de transmisión de calor (kcal/(h·m²·°C)).

ΔT_{ml} : Incremento de temperatura media logarítmica (°C).

Se aprecia que de las cuatro variables que aparece en la expresión anterior (Q, A, U, ΔT_{ml}) la que determina el diseño es el área de intercambio de calor. Por tanto se necesita conocer las restantes variables para poder determinar el área de intercambio de calor.

El flujo de calor cedido por el fluido caliente (vino) viene dado por:

$$Q = W \cdot C_p \cdot (T_e - T_s) \text{ [3.1.2.]}$$

Donde:

Q: Calor cedido (Kcal/h).

W: Caudal másico del vino a enfriar (kg/h).

C_p : Calor específico del vino (kcal/(kg·°C)).

T_e : Temperatura del vino a la entrada del intercambiador de calor de superficie rascada (°C).

T_s : Temperatura del vino a la salida del intercambiador de calor de superficie rascada (°C).

El caudal volumétrico del vino a refrigerar es de 1000 l/h. Para obtener el caudal másico se aplica la expresión [1.2.2]:

$$W = q \cdot \rho$$

Donde:

W: Caudal másico del vino a enfriar (kg/h).

q: Caudal volumétrico del vino a tratar (l/h).

ρ : Densidad del vino (kg/l).

Se considera que la densidad del vino varía de manera insignificante en el rango de temperaturas en el que se trabaja, por lo tanto se considera constante en este rango. El valor de la densidad es de 1,063 kg/l. Por tanto el caudal másico tiene un valor de:

$$W = 1000 \left(\frac{l}{h} \right) \cdot 1,063 \left(\frac{kg}{l} \right) = 1063 \left(\frac{kg}{h} \right)$$

Se considera que el calor específico del fluido frío y del fluido caliente es el mismo, es decir, que la variación de este parámetro es insignificante en el tramo de temperatura en las que trabaja este intercambiador de calor de superficie rascada. El valor que se toma es de 0,955 kcal/(kg·°C) [López Gomez, A., 1992].

Acorde a la memoria descriptiva, se va a considerar para el diseño del intercambiador de superficie rascada, los valores experimentales de temperatura de salida del vino necesarios para la estabilización tartárica, ver Tabla 14: Tabla resumen de la T° de tratamiento de la estabilización tartárica en la bodega en el apartado 1 del anexo N°1.

Se sabe que la temperatura de entrada del vino es de 0 °C (vino procedente del intercambiador de calor de placas) y la temperatura de salida del mismo experimentalmente es de -12,2 °C (*Ver apartado 1. Cálculo de la temperatura de tratamiento del presente Anexo*).

Con los datos mencionados se procede al cálculo del calor intercambiado mediante la expresión [2.2.2]:

$$Q = 1063 \left(\frac{kg}{h} \right) \cdot 0,955 \left(\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot (-2,5 - (-12,2)) (^\circ C)$$

$$Q = 9847,10 \left(\frac{kcal}{h} \right) = 9847,10 \left(\frac{frigorías}{h} \right)$$

3.2. CÁLCULO DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN DE CALOR

3.2.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL FINO Y EL FINO REÑIDERO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

Se procede al cálculo de la diferencia de temperatura media logarítmica mediante la siguiente expresión:

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_e - T_{evp})(T_s - T_{evp})}{\ln\left(\frac{T_e - T_{evp}}{T_s - T_{evp}}\right)} \quad [3.2.1]$$

Siendo:

ΔT_{ml} : Incremento de temperatura media logarítmica (°C).

T_{evp} : Temperatura a la que se evapora el fluido refrigerante (°C).

T_e : Temperatura de entrada del vino (°C).

T_s : Temperatura de salida del vino (°C).

El fluido refrigerante utilizado es el R-404a. Se utiliza una temperatura de evaporación de -14 °C.

Acorde a la memoria descriptiva, se va a considerar para el diseño del intercambiador de superficie rascada, los valores experimentales de temperatura de salida del vino necesarios para la estabilización tartárica, ver Tabla 14: Tabla resumen de la T° de tratamiento de la estabilización tartárica en la bodega en el apartado 1 del anexo N°1.

Como se mencionó en el apartado anterior, el vino entra a una temperatura de 0°C saliendo a la temperatura de tratamiento (-5,8 °C).

Sustituyendo en la expresión [3.2.1.]:

$$\Delta T_{ml} = \frac{((0) - (-14)) - ((-5,8) - (-14))}{\ln\left(\frac{(0) - (-14)}{((-5,8) - (-14))}\right)} = 10,84 \text{ } ^\circ C$$

Para este tipo de intercambiadores de calor el coeficiente global de transmisión de calor (U) suele estar en torno al valor de 500-750 (kcal/(h·m²·°C)) [López Gomez, A., 1992]. Se escoge el valor medio, siendo por lo tanto de 625 kcal/(h·m²·°C) el coeficiente global de transmisión de calor utilizado en el presente apartado.

Sustituyendo los valores obtenidos en la expresión [3.1.1] y despejando se obtiene el área de intercambio de calor:

$$Q = A_t \cdot U \cdot \Delta T_{ml}$$

$$A_t = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{ml}}$$

$$A_t = \frac{5466,99 \left(\frac{kcal}{h} \right)}{625 \left(\frac{kcal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C} \right) \cdot 10,84 ^\circ C} = 0,8069 m^2$$

Añadiendo un 5% por seguridad, el área de transmisión de calor es:

$$A_t = 0,8069 m^2 \cdot 1,05 = \mathbf{0,8473 m^2}$$

3.2.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PARA EL MOSCATEL BLANCO REFRIGERADO CON FINO Y FINO REÑIDERO

Se procede al cálculo de la diferencia de temperatura media logarítmica mediante la siguiente expresión:

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_e - T_{evp})(T_s - T_{evp})}{\ln\left(\frac{T_e - T_{evp}}{T_s - T_{evp}}\right)} \quad [3.2.1]$$

Siendo:

ΔT_{ml} : Incremento de temperatura media logarítmica ($^\circ C$).

T_{evp} : Temperatura a la que se evapora el fluido refrigerante ($^\circ C$).

T_e : Temperatura de entrada del vino ($^\circ C$).

T_s : Temperatura de salida del vino ($^\circ C$).

El fluido refrigerante utilizado es el R-404a. Se utiliza una temperatura de evaporación de $-14 ^\circ C$.

Acorde a la memoria descriptiva, se va a considerar para el diseño del intercambiador de superficie rascada, los valores experimentales de temperatura de salida del vino necesarios para la estabilización tartárica, ver Tabla 14: Tabla resumen de la T° de tratamiento de la estabilización tartárica en la bodega en el apartado 1 del anexo N°1.

Como se mencionó en el apartado anterior, el vino entra a una temperatura de $0^\circ C$ saliendo a la temperatura de tratamiento ($-5,8 ^\circ C$).

Sustituyendo en la expresión [3.2.1]:

$$\Delta T_{ml} = \frac{((-2,5) - (-14)) - ((-12,2) - (-14))}{\ln\left(\frac{((-2,5) - (-14))}{((-12,2) - (-14))}\right)} = 5,23 ^\circ C$$

Para este tipo de intercambiadores de calor el coeficiente global de transmisión de calor (U) suele estar en torno al valor de 500-750 (kcal/(h·m²· $^\circ C$)) (López Gomez, A., 1992). Se escoge

el valor medio, siendo por lo tanto de $625 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ el coeficiente global de transmisión de calor utilizado en el presente apartado.

Sustituyendo los valores obtenidos en la expresión [3.1.1] y despejando se obtiene el área de intercambio de calor:

$$Q = A_t \cdot U \cdot \Delta T_{ml}$$

$$A_t = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{ml}}$$

$$A_t = \frac{9847,10 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right)}{625 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right) \cdot 5,23 ^\circ\text{C}} = 3,0125 \text{ m}^2$$

Añadiendo un 5% por seguridad, el área de transmisión de calor es:

$$A_t = 3,0125 \text{ m}^2 \cdot 1,05 = \mathbf{3,1632 \text{ m}^2}$$

CONCLUSIÓN:

El equipo seleccionado en el presente proyecto es el intercambiador de calor de superficie rascada de la empresa AGROVIN y el modelo es el Polar-10 (Ver apartado 4.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE RASCADA de la Memoria Descriptiva). Dicho equipo lleva un evaporador, siendo por lo tanto el área de transferencia la de mayor área calculada.

$$\mathbf{A_t = 3,1632 \text{ m}^2}$$

Y el calor intercambiado viene a ser el siguiente:

$$\mathbf{Q = 9847,10 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right) = 9847,10 \left(\frac{\text{frigorías}}{\text{h}} \right)}$$

4. DISEÑO DE LAS TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS

4.1. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS CONDUCCIONES

En el presente Proyecto, se establecen las líneas de transporte de vinos que se describen a continuación. Las líneas diseñadas están formadas por tramos de conducción que conectan los equipos, accesorios de tuberías (tes, codos) u otros equipos.

Indicar que sólo serán diseñados aquellos tramos correspondientes a la línea de proceso, descartando las líneas de servicio auxiliares, como las de bombeo de las botas a los depósitos, ya que no son objeto de diseño de este Proyecto.

Para el diseño del sistema de tuberías se siguen los siguientes pasos:

1) Se determina el diámetro interior de cada línea. Para realizar este cálculo se elige una velocidad media de circulación recomendada.

Esta velocidad debe estar en el rango de 0,7- 1,5 m/s (José Hidalgo Togores, 2011).

En función de la velocidad de circulación y del caudal del fluido se estima el diámetro teórico de la tubería.

De acuerdo con lo expuesto, el diámetro de la tubería puede conocerse a través de la expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi}} \quad [4.1.1]$$

Siendo:

D: Diámetro tubería (m).

Q: Caudal (m³/s).

V: Velocidad recomendada (m/s).

2) El diámetro interior calculado en el apartado anterior nos sirve de referencia para determinar el diámetro exterior de la conducción en diseño (Tabla A4.3.: Especificaciones de tuberías). En las tablas mencionadas se muestran los diferentes diámetros nominales existentes para las conducciones comerciales, de manera que a cada valor le corresponde un único diámetro exterior. Se elige como diámetro exterior el comercial inmediatamente superior al diámetro interior calculado previamente. Este diámetro exterior será el definitivo de la conducción.

3) Estimación del espesor. Para hallar el valor del espesor de la tubería requerido para soportar la presión interna, se hace uso de las ecuaciones del Código ASME B31.3, según el cual, el espesor de la tubería se calcula mediante la expresión:

$$t = \frac{P_D \cdot D_o}{2 \cdot (S \cdot E + P_D \cdot Y)} \quad [4.1.2]$$

Si se considera el sobreespesor de corrosión y la tolerancia de fabricación, el cálculo del espesor mínimo de tubería queda:

$$t = \left(\frac{P_D \cdot D_o}{2 \cdot (S \cdot E + P_D \cdot Y)} + C \right) \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{M}{100} \right)} \quad [4.1.2]$$

Donde:

P_D : Presión de diseño (p.s.i.).

D_o : Diámetro exterior de la tubería (in).

S : Tensión máxima permisible del material a la temperatura de diseño (p.s.i.).

E : Eficiencia de soldadura.

Y : Coeficiente que depende del material de la tubería y de la temperatura de diseño.

C : Margen por corrosión.

M : Tolerancia de fabricación.

Seguidamente se determina el valor de cada una de las variables que intervienen en la ecuación anterior.

- Presión de diseño (P_D)

La presión de diseño se obtiene de dos formas:

- 1) Añadiéndole un 10% a la presión máxima de operación de cada una de las líneas.
- 2) Utilizando el valor de 30 psi.

Se escogerá el valor más desfavorable.

- Tensión máxima admisible (S)

La tensión máxima admisible tendrá un valor u otro dependiendo del material del que esté construida la tubería y de la temperatura de diseño. La temperatura de diseño de cada conducción se calcula como la temperatura máxima de la línea más 20 °C.

- Eficiencia de la soldadura (E)

Para tuberías sin costura la eficiencia de la soldadura toma el valor de la unidad ($E=1$).

- Factor Y

Las tuberías tendrán una temperatura de diseño que no ascenderá los 900 °F, y además todas las tuberías están construidas en acero inoxidable, por lo que según la normativa ANSI B.31.3, $Y=0,4$.

- Margen de corrosión (C)

Teniendo en cuenta los criterios establecidos por Megyesy (1992) en cuanto a la elección del margen de espesor debido a la corrosión, se determina un desgaste anual por corrosión de 0,005 in. Según la Tabla.A4.4. Vida útil de los equipos, el tiempo de vida de las tuberías se estima en 15 años. Por tanto:

- Tolerancia de fabricación (M)

Para todas las tuberías de la línea de proceso, que serán construidas sin costura, se considerará que tienen una tolerancia en el espesor de pared de -12,5%, es decir, la tubería puede tener un espesor de 12,5% menor.

Una vez calculado el espesor mínimo, se toma como espesor de la conducción el inmediatamente superior al espesor mínimo calculado. Para ello, se vuelve a consultar la

Tabla A4.3.:Especificaciones de tuberías, las cuales indican los espesores asociados a cada uno de los diámetros exteriores, y como consecuencia se obtienen los diámetros interiores correspondientes.

4) Por último, a partir del espesor comercial de la tubería y el diámetro exterior calculado, queda fijado el diámetro interior, de modo que es posible calcular la velocidad real que llevará el fluido a través de la conducción mediante la expresión:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Se calcula a continuación el diámetro de cada una de las conducciones de la línea de proceso:

CONDUCCIONES FIJAS

Se procede al cálculo de las dimensiones de la conducción n°1 mediante el proceso descrito anteriormente:

1) Diámetro interior inicial

Para la velocidad del líquido se tomará el valor de 0,8 m/s ya que la velocidad mínima para tuberías es de 0,4 m/s, por lo que tomaremos el doble de la velocidad mínima.

El caudal volumétrico es de:

$$Q = 1000 \frac{l}{h} \cdot \frac{1h}{3600s} \cdot \frac{1dm^3}{1l} \cdot \frac{1m^3}{1000dm^3} = 2,7778 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

Por lo tanto el diámetro de la tubería se calcula con la expresión [1.7.1]:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,7778 \cdot 10^{-4} \left(\frac{m^3}{s}\right)}{0,8 \left(\frac{m}{s}\right) \cdot \pi}} = 0,02803 \text{ m} \cdot \left(\frac{1in}{0,0254m}\right) = 1,104 \text{ in}$$

2) Diámetro exterior

Ayudado de la Tabla.A4.3.Especificaciones de tuberías, se elige el diámetro exterior inmediatamente superior al diámetro interior hallado.

$$D_o = 1,660 \text{ in}$$

3) Espesor

Las tuberías están construidas en acero AISI 304, siendo el tipo de acero inoxidable más usado en las industrias alimentarias y en estas tuberías no necesitan mayor prestación que la que ofrece este material.

Ahora se especifica los parámetros recogido en la expresión [1.7.3]:

$P_D = 30 \text{ psi}$.

$D_o = 1,660 \text{ in}$.

$S = 20000 \text{ psi}$ (tensión máxima admisible para el acero AISI304 a la temperatura de trabajo).

$Y = 0,4$.

$$t_{min} = \left(\frac{30(psi) \cdot 1,660(in)}{2 \cdot (20000(psi) \cdot 1 + 30(psi) \cdot 0,4)} + 0,075(in) \right) \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{12,5}{100} \right)}$$

$$t_{min} = 0,087 \text{ in}$$

De acuerdo con la Tabla.A4.3.Especificaciones de tuberías, el espesor es el de la tubería de referencia doble que es de:

$$t = 0,382 \text{ in}$$

4) Diámetro interior real

Puesto que ya conocemos el espesor de la tubería, se puede calcular el diámetro interior real:

$$D_i = D_o - 2 \cdot t$$

$$D_i = 1,660 \text{ (in)} - 2 \cdot 0,382 \text{ (in)} = 0,896 \text{ in} = 0,0228 \text{ m}$$

Sustituyendo este nuevo diámetro en la ecuación [1.7.4], se obtiene la velocidad real:

$$V = \frac{4 \cdot 2,7778 \cdot 10^{-4} \left(\frac{m^3}{s} \right)}{\pi \cdot 0,0228^2 (m^2)} = 0,68 \left(\frac{m}{s} \right)$$

CONDUCCIONES FLEXIBLES

Teniendo como referencia las conducciones fijas se optara por las mismas condiciones que estas para las tuberías flexibles en PVC, por lo que se llega a seleccionar la tubería que más se asemeje a las condiciones anteriores, siendo esta de un diámetro interior de **1 in** y diámetro exterior de **1,4 in**, lo que viene a ser **0,254 m** y **0,356 m**, siendo el modelo “VACUPRESS ENO” de la empresa MERLETT.

Sustituyendo el diámetro interno en la ecuación [1.7.4], se obtiene la velocidad real:

$$V = \frac{4 \cdot 2,7778 \cdot 10^{-4} \left(\frac{m^3}{s} \right)}{\pi \cdot 0,0254^2 (m^2)} = 0,54 \left(\frac{m}{s} \right)$$

| Tipo de conducción | Tipo de material | Diámetro interno | Diámetro externo | Espesor |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Conducción Fija | Acero Inoxidable AISI 304 | 0,896 in / 0,0228 m | 1,660 in / 0,0422 m | 0,382 in / 0,0097 m |
| Conducción Flexible | PVC | 1 in / 0,0254 m | 1,4 in / 0,0356 m | 0,2 in / 0,0051 m |

Tabla 17: Resumen de las dimensiones de las conducciones

4.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS EN LAS CONDUCCIONES

En este apartado, se calculan las pérdidas de carga que sufre el fluido a través de las conducciones por las que circula, las cuales serán necesarias para la determinación de la potencias de las bombas.

La ecuación que permite obtener la pérdida de carga en tramos rectos, es la ecuación de Fanning:

$$h_f = (4f) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad [7.2.1]$$

Donde:

h_f : pérdida de carga (m).

$(4f)$: factor de fricción (adimensional).

L : Longitud de la tubería (m).

D : Diámetro interior de la tubería (m).

V : Velocidad del fluido (m/s).

g : Constante gravitatoria (m/s^2).

El factor de fricción se puede obtener a partir de la gráfica de Moody, conociendo previamente el Reynolds y la rugosidad relativa ε/D .

La rugosidad relativa se calcula a partir de la Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody del diámetro de la tubería y del material de la tubería por la cual circula el fluido.

El número de Reynolds se calculará utilizando la siguiente expresión:

$$Re = \frac{V \cdot D \cdot \rho}{\mu} \quad [7.2.3.]$$

Donde:

μ : Viscosidad del vino circulante (Pa/s).

V : Velocidad del vino (m/s).

D : Diámetro de la tubería (m).

ρ : Densidad del vino que circula por la tubería (kg/m^3).

Para estimar la pérdida de carga en tuberías, es necesario considerar la pérdida de carga que se produce en los accesorios de las tuberías.

El circuito de conducciones diseñadas presenta accesorios en él, cumpliendo cada uno una función particular. Los utilizados son:

- Ensanchamiento: Tiene como función unir dos conducciones de distinto diámetro. Se sitúa en la transición del conducto menor al conducto mayor.
- Estrechamientos: Tiene como función unir dos conducciones de distinto diámetro. Se sitúa en la transición del conducto mayor al menor.
- Curvatura de una conducción “codos”: Mediante este accesorio se pretende cambiar la dirección del flujo. Existen con diferentes grados de curvatura. Los usados en el presente proyecto son los de 90°.

Todos estos accidentes provocan variaciones de magnitud o dirección de las velocidades de los fluidos que los atraviesan. Son muchas las veces que se producen rozamientos a causa de

la separación de las capas límite, con la consiguiente formación de vórtices y torbellinos, que incrementan la turbulencia del flujo y una mayor disipación de energía mecánica útil en calor.

Estas pérdidas energéticas se llaman “menores” a causa de que la debida a cada uno de los accidentes por separado suele ser pequeña comparada con el rozamiento en las paredes de las conducciones en que están localizados.

Sin embargo, la suma de todas las pérdidas menores puede adquirir importancia y suponer incluso una fracción apreciable de la pérdida total.

La pérdida de carga del sistema se hallará sumando las pérdidas de cargas producidas en el rozamiento con las paredes (en los tramos rectos de las tuberías) y las producidas en cada uno de los accesorios presentes:

$$\sum h_{fTotal} = \sum h_{fTramo tuberías} + \sum h_{fAccesorios}$$

Para calcular la pérdida de carga debida a los accesorios se usa el método de la llamada “longitud equivalente del accesorio”, definida como la longitud de tubo recto, de igual diámetro que el accesorio, que producirá una pérdida de energía análoga. Así definida, la pérdida de carga producida por el accesorio vendría dada por la expresión:

$$h_{fAccesorios} = (4f) \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad [7.2.4]$$

Donde:

$h_{faccesorios}$: Pérdida de carga de los accesorios de la conducción (m).

L_{eq} : Longitud equivalente del accesorio (m).

V : Velocidad del vino (m/s).

D : Diámetro de la tubería (m).

g : Constante gravitatoria (m/s²).

$(4f)$: Factor de fricción (adimensional).

Mencionar que el valor de $(4f)$ sería el mismo que el correspondiente al tubo recto y el valor de L_{eq} se determina mediante la Ilustración A4.2.: Longitudes equivalentes de los principales accesorios.

Por lo tanto modificando las expresiones [7.2.1.] y [7.2.2.] incluyendo las pérdidas de energía de los accesorios, se obtiene la expresión para el cálculo de las pérdidas de cargas totales:

$$h_{fTotal} = (4f) \cdot \frac{L + L_{eq}}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad [7.2.5]$$

Recorrido N°1: Trasvase del vino estabilizado desde el depósito isotérmico hasta el depósito de almacenamiento.

Antes que nada hay que tener en cuenta en cuenta el recorrido que hace el vino a través de la conducción.

Para realizar el cálculo de las pérdidas de carga se toma como valor correspondiente a L el mayor recorrido posible que tendrá que realizar el vino (depósito número 11, ver plano 02/05). Se tendrá en cuenta la altura del depósito isotérmico de 11000l, la altura del suelo al depósito y el radio de éste.

A continuación se describe el recorrido:

La conducción comienza a la salida del depósito de 11000l (depósito número 11, ver plano 02/05) y finaliza al pasar por la tubería flexible. El depósito presenta ya una válvula y posteriormente se produce el cambio del depósito a la tubería en el que hay 1 estrechamiento (0,3246-0,2276), a continuación pasa por las tuberías fijas que tiene una longitud de 3,20 m y pasa a través de 3 codos con 3 ensanchamientos (0,2276-0,3246) y 3 estrechamientos (0,3246-0,2276), 2 tes con 2 ensanchamientos (0,2276-0,3246), 1 estrechamientos (0,3246-0,2276) y 1 estrechamiento (0,3246-0,254), y 1 válvula con 1 ensanchamiento (0,2276-0,3246) y 1 estrechamiento (0,3246-0,2276). A continuación pasa por una tubería flexible de 10 m y llega a la bomba centrífuga con un ensanchamiento (0,254-0,3246) y un estrechamiento (0,3246-0,254), pasa por la tubería flexible de 3m y de ahí pasa al filtro que se produce un ensanchamiento (0,254-0,3246) y un estrechamiento (0,3246-0,254), continua por una tubería flexible de 7 metros que de aquí pasa al intercambiador de placas en el que se produce un ensanchamiento (0,254-0,3246) y un estrechamiento (0,3246-0,254), por ultimo pasa por una tubería flexible de 7 metros que llega al depósito de almacenamiento con un ensanchamiento (0,254-0,3246), con una válvula.

Las conducciones fijas serán de acero inoxidable AISI-304, y las conducciones flexibles serán de PVC plastificado de dos estratos con espiral de acero incorporada en el primero, y con refuerzo textil en fibra de poliéster entre el primero y el segundo.

Tal como hemos descrito el recorrido número 1 posee una longitud de:

$$L_{\text{Tramo recto}} = 3,2(\text{m}) + 10 (\text{m}) + 3(\text{m}) + 7(\text{m}) + 7(\text{m}) = 30,2 \text{ m}$$

De los cuales de acero inoxidable son 3,2m y de PVC son 27m.

Para calcular la L_{eq} se consideran los siguientes accesorios:

| Accesorio | Unidades | L_{eq} de cada unidad (m) | L_{eq} total (m) |
|-------------------------------------|----------|-----------------------------|--------------------|
| Conexión en T | 2 | 1,524 | 3,048 |
| Válvula de asiento | 3 | 7 | 21 |
| Codo | 3 | 1,524 | 4,572 |
| Estrechamiento (0,03246-0,02276) | 6 | 0,145 | 0,87 |
| Estrechamiento (0,03246-0,0254) | 4 | 0,168 | 0,672 |
| Ensanchamiento (0,02276-0,03246) | 6 | 0,41 | 2,46 |
| Ensanchamiento (0,0254-0,03246) | 4 | 0,49 | 1,96 |
| | | | 34,582 |

A continuación se presenta los parámetros necesarios para la determinación del número de Reynolds para el vino **Fino o Fino Reñidero**:

$$\rho: 987 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu: 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Pa/s}$$

$$V_{(PVC)}: 0,54 \text{ (m/s)}$$

$$D_{(PVC)}: 0,0254 \text{ (m)}$$

$$V_{(AI)}: 0,68 \text{ (m/s)}$$

$$D_{(AI)}: 0,0228 \text{ (m)}$$

$$Re_{(PVC)} = \frac{0,54 \left(\frac{m}{s}\right) \cdot 0,0254 \text{ (m)} \cdot 987 \left(\frac{kg}{m^3}\right)}{1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Pa}{s}\right)} = 11281,41$$

$$Re_{(AI)} = \frac{0,68 \left(\frac{m}{s}\right) \cdot 0,0228 \text{ (m)} \cdot 987 \left(\frac{kg}{m^3}\right)}{1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Pa}{s}\right)} = 12752,04$$

Con respecto a la rugosidad relativa, sabemos de la Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody que la rugosidad absoluta para el acero inoxidable es de 0,002 mm, por lo tanto dividiéndolo entre el diámetro obtenemos:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,002 \text{ (mm)}}{22,8 \text{ (mm)}} = 0,0000877$$

Con respecto a la rugosidad relativa, sabemos de la Tabla A4.6.: Rugosidad absoluta de materiales (www.miliarium.com), que la rugosidad absoluta para el PVC es de 0,0015mm, por lo tanto dividiéndolo entre el diámetro obtenemos:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0015 \text{ (mm)}}{25,4 \text{ (mm)}} = 0,0000591$$

A partir de la Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody, y con los valores ya calculados del Reynolds y la rugosidad relativa, obtenemos el factor de fricción para el acero inoxidable y el PVC:

$$(4f)_{(PVC)} = 0,031$$

$$(4f)_{(AI)} = 0,0305$$

Sustituyendo en la ecuación [1.7.8], la pérdida de carga en el recorrido número 1 es de:

$$h_{f(PVC)} = 0,031 \cdot \frac{27(m)}{0,0254(m)} \cdot \frac{0,54^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 0,4898 \text{ m}$$

$$h_{f(AI)} = 0,0305 \cdot \frac{[3,2(m) + 34,582 \text{ (m)}]}{0,0228(m)} \cdot \frac{0,68^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 1,1912 \text{ m}$$

$$hf = hf_{(PVC)} + hf_{(AI)}$$

$$hf = 0,4898 \text{ (m)} + 1,1912 \text{ (m)} = 1,681 \text{ m}$$

A continuación se presenta los parámetros necesarios para la determinación del número de Reynolds para el vino **Moscatel Blanco**:

$$\rho: 1063 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu: 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Pa/s}$$

$$V_{(PVC)}: 0,54 \text{ (m/s)}$$

$$D_{(PVC)}: 0,0254 \text{ (m)}$$

$$V_{(AI)}: 0,68 \text{ (m/s)}$$

$$D_{(AI)}: 0,0228 \text{ (m)}$$

$$Re_{(PVC)} = \frac{0,54 \left(\frac{m}{s}\right) \cdot 0,0254 \text{ (m)} \cdot 1063 \left(\frac{kg}{m^3}\right)}{1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Pa}{s}\right)} = 9112,5675$$

$$Re_{(AI)} = \frac{0,68 \left(\frac{m}{s}\right) \cdot 0,0228 \text{ (m)} \cdot 1063 \left(\frac{kg}{m^3}\right)}{1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Pa}{s}\right)} = 10300,47$$

Con respecto a la rugosidad relativa, sabemos de la Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody que la rugosidad absoluta para el acero inoxidable es de 0,002 mm, por lo tanto dividiéndolo entre el diámetro obtenemos:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,002 \text{ (mm)}}{22,8 \text{ (mm)}} = 0,0000877$$

Con respecto a la rugosidad relativa, sabemos de la Tabla A4.6.: Rugosidad absoluta de materiales (www.miliarium.com), que la rugosidad absoluta para el PVC es de 0,0015mm, por lo tanto dividiéndolo entre el diámetro obtenemos:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0015 \text{ (mm)}}{25,4 \text{ (mm)}} = 0,0000591$$

A partir de la Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody, y con los valores ya calculados del Reynolds y la rugosidad relativa, obtenemos el factor de fricción para el acero inoxidable y el PVC:

$$(4f)_{(PVC)} = 0,033$$

$$(4f)_{(AI)} = 0,032$$

Sustituyendo en la ecuación [1.7.8], la pérdida de carga en el recorrido número 1 es de:

$$h_{f(PVC)} = 0,033 \cdot \frac{27(m)}{0,0254(m)} \cdot \frac{0,54^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 0,5214 m$$

$$h_{f(Al)} = 0,032 \cdot \frac{[3,2(m) + 34,582 (m)]}{0,0228(m)} \cdot \frac{0,68^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 1,2497 m$$

$$hf = hf_{(PVC)} + hf_{(Al)}$$

$$hf = 0,5214 (m) + 1,2497 (m) = 1,7711 m$$

Recorrido N°2: Trasvase del vino a estabilizar desde el depósito de almacenamiento hasta el depósito isotérmico.

Antes que nada hay que tener en cuenta en cuenta el recorrido que hace el vino a través de la conducción.

Para realizar el cálculo de las pérdidas de carga se toma como valor correspondiente a L el mayor recorrido posible que tendrá que realizar el vino (depósito número 11, ver plano 02/05). Se tendrá en cuenta la altura del depósito isotérmico de 10000l, la altura del suelo al depósito y el radio de éste.

A continuación se describe el recorrido:

La conducción comienza a la salida del depósito de 5500l (depósito número 11, ver plano 02/05) y finaliza al pasar por la tubería fija. El depósito presenta ya una válvula y posteriormente se produce el cambio del depósito a la tubería en el que hay 1 estrechamiento (0,3246-0,254), y pasa a la tubería flexible de 3 metros y pasa llega a la bomba centrífuga con un ensanchamiento (0,254-0,3246) y un estrechamiento (0,3246-0,254), continua por una tubería flexible de 5 metros que de aquí pasa al intercambiador de placas en el que se produce un ensanchamiento (0,254-0,3246) y un estrechamiento (0,3246-0,254), sigue por una tubería flexible de 3 metros que de aquí pasa al intercambiador de calor de cuerpo raspado en el que se produce un ensanchamiento (0,254-0,3246) y un estrechamiento (0,3246-0,254), continua con una tubería flexible de 10 metros y de ahí pasa a las conducciones fijas que tiene una longitud de 3,20 m y pasa a través de 3 codos con 3 ensanchamientos (0,2276-0,3246) y 3 estrechamientos (0,3246-0,2276), 2 tes con 1 ensanchamiento (0,2276-0,3246) y 1 ensanchamiento (0,254-0,3246), 2 estrechamientos (0,3246-0,2276) y 2 válvulas con 2 ensanchamiento (0,2276-0,3246) y 1 estrechamiento (0,3246-0,2276).

Las conducciones fijas serán de acero inoxidable AISI-304, y las conducciones flexibles serán de PVC plastificado de dos estratos con espiral de acero incorporada en el primero, y con refuerzo textil en fibra de poliéster entre el primero y el segundo.

Tal como hemos descrito el recorrido número 1 posee una longitud de:

$$L_{\text{Tramo recto}} = 3,2(\text{m}) + 10(\text{m}) + 3(\text{m}) + 3(\text{m}) + 5(\text{m}) = 24,2 \text{ m}$$

De los cuales de acero inoxidable son 3,2m y de PVC son 21m.

Para calcular la L_{eq} se consideran los siguientes accesorios:

| Accesorio | Unidades | L_{eq} de cada unidad (m) | L_{eq} total (m) |
|-------------------------------------|----------|-----------------------------|--------------------|
| Conexión en T | 2 | 1,524 | 3,048 |
| Válvula de asiento | 3 | 7 | 21 |
| Codo | 3 | 1,524 | 4,572 |
| Estrechamiento (0,03246-0,02276) | 6 | 0,145 | 0,87 |
| Estrechamiento (0,03246-0,0254) | 4 | 0,168 | 0,672 |
| Ensanchamiento (0,02276-0,03246) | 6 | 0,41 | 2,46 |
| Ensanchamiento (0,0254-0,03246) | 4 | 0,49 | 1,96 |
| | | | 34,582 |

A continuación se presentan los parámetros necesarios para la determinación del número de Reynolds para el vino **Fino o Fino Reñidero**:

$$\rho: 987 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu: 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Pa/s}$$

$$V_{(PVC)}: 0,54 \text{ (m/s)}$$

$$D_{(PVC)}: 0,0254 \text{ (m)}$$

$$V_{(AI)}: 0,68 \text{ (m/s)}$$

$$D_{(AI)}: 0,0228 \text{ (m)}$$

$$Re_{(PVC)} = \frac{0,54 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot 0,0254 \text{ (m)} \cdot 987 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{Pa}}{\text{s}}\right)} = 11281,41$$

$$Re_{(AI)} = \frac{0,68 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot 0,0228 \text{ (m)} \cdot 987 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{1,2 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{Pa}}{\text{s}}\right)} = 12752,04$$

Con respecto a la rugosidad relativa, sabemos de la Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody que la rugosidad absoluta para el acero inoxidable es de 0,002 mm, por lo tanto dividiéndolo entre el diámetro obtenemos:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,002 \text{ (mm)}}{22,8 \text{ (mm)}} = 0,0000877$$

Con respecto a la rugosidad relativa, sabemos de la Tabla A4.6.: Rugosidad absoluta de materiales (www.miliarium.com), que la rugosidad absoluta para el PVC es de 0,0015mm, por lo tanto dividiéndolo entre el diámetro obtenemos:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0015 \text{ (mm)}}{25,4 \text{ (mm)}} = 0,0000591$$

A partir de la Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody, y con los valores ya calculados del Reynolds y la rugosidad relativa, obtenemos el factor de fricción para el acero inoxidable y el PVC:

$$(4f)_{(PVC)} = 0,031$$

$$(4f)_{(AI)} = 0,0305$$

Sustituyendo en la ecuación [1.7.8], la pérdida de carga en el recorrido número 1 es de:

$$h_{f(PVC)} = 0,031 \cdot \frac{21(m)}{0,0254(m)} \cdot \frac{0,54^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 0,3809 \text{ m}$$

$$h_{f(AI)} = 0,0305 \cdot \frac{[3,2(m) + 34,582 (m)]}{0,0228(m)} \cdot \frac{0,68^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 1,1912 \text{ m}$$

$$hf = hf_{(PVC)} + hf_{(AI)}$$

$$hf = 0,3809 \text{ (m)} + 1,1912 \text{ (m)} = 1,5721 \text{ m}$$

A continuación se presenta los parámetros necesarios para la determinación del número de Reynolds para el vino **Moscatel Blanco**:

$$\rho: 1063 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu: 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Pa/s}$$

$$V_{(PVC)}: 0,54 \text{ (m/s)}$$

$$D_{(PVC)}: 0,0254 \text{ (m)}$$

$$V_{(AI)}: 0,68 \text{ (m/s)}$$

$$D_{(AI)}: 0,0228 \text{ (m)}$$

$$Re_{(PVC)} = \frac{0,54 \left(\frac{m}{s}\right) \cdot 0,0254 \text{ (m)} \cdot 1063 \left(\frac{kg}{m^3}\right)}{1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Pa}{s}\right)} = 9112,5675$$

$$Re_{(AI)} = \frac{0,68 \left(\frac{m}{s}\right) \cdot 0,0228 \text{ (m)} \cdot 1063 \left(\frac{kg}{m^3}\right)}{1,6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Pa}{s}\right)} = 10300,47$$

Con respecto a la rugosidad relativa, sabemos de la Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody que la rugosidad absoluta para el acero inoxidable es de 0,002 mm, por lo tanto dividiéndolo entre el diámetro obtenemos:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,002 \text{ (mm)}}{22,8 \text{ (mm)}} = 0,0000877$$

Con respecto a la rugosidad relativa, sabemos de la Tabla A4.6.: Rugosidad absoluta de materiales (www.miliarium.com), que la rugosidad absoluta para el PVC es de 0,0015mm, por lo tanto dividiéndolo entre el diámetro obtenemos:

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0015 \text{ (mm)}}{25,4 \text{ (mm)}} = 0,0000591$$

A partir de la Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody, y con los valores ya calculados del Reynolds y la rugosidad relativa, obtenemos el factor de fricción para el acero inoxidable y el PVC:

$$(4f)_{(PVC)} = 0,033$$

$$(4f)_{(AI)} = 0,032$$

Sustituyendo en la ecuación [1.7.8], la pérdida de carga en el recorrido número 1 es de:

$$h_{f(PVC)} = 0,033 \cdot \frac{21(m)}{0,0254(m)} \cdot \frac{0,54^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 0,4055 \text{ m}$$

$$h_{f(AI)} = 0,032 \cdot \frac{[3,2(m) + 34,582 (m)]}{0,0228(m)} \cdot \frac{0,68^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 1,2497 \text{ m}$$

$$h_f = h_{f(PVC)} + h_{f(AI)}$$

$$h_f = 0,4055 \text{ (m)} + 1,2497 \text{ (m)} = 1,6552 \text{ m}$$

TABLA RESUMEN:

| Recorrido | Tipo de Vino | h _f (m) |
|---------------|----------------------|--------------------|
| Recorrido N°1 | Fino o Fino Reñidero | 1,6810 |
| | Moscatel Blanco | 1,7711 |
| Recorrido N°2 | Fino o Fino Reñidero | 1,5721 |
| | Moscatel Blanco | 1,6552 |

Tabla 18: Resumen de las pérdidas de carga

5. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE IMPULSIÓN

5.1. TIPOS Y NÚMEROS DE BOMBAS

El diseño del sistema de tratamiento en frío requiere la impulsión del vino.

Esta impulsión puede ser variada, aunque se destacan dos formas principales: por desplazamiento volumétrico del fluido y por acción de una fuerza centrífuga. Las que forman parte del primer grupo reciben el nombre de bombas de desplazamiento positivo, mientras que las que se engloban dentro del segundo son bombas centrífugas.

Se utilizará como equipo auxiliar destinado a la impulsión de un fluido líquido bombas del tipo centrífuga.

En el diseño de la planta de tratamiento en frío que se realiza en el presente.

Proyecto, se recurre al empleo de bombas en dos puntos del sistema:

- **Recorrido número 1:** La bomba (Bomba-E-F) se coloca antes del intercambiador de calor de placas para trasegar el vino hasta el depósito.
- **Recorrido número 2:** La bomba (Bomba-E-E) se coloca a la salida del depósito de almacenamiento con el fin de impulsar el vino hasta el depósito isotérmico.

5.2. DISEÑO DE LA BOMBA DE TRASIEGO DE VINO HACIA EL DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO (BOMBA-E-F) (RECORRIDO N°1)

5.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES

La primera bomba (Bomba-E-F) del sistema estabilización por frío tiene como misión la impulsión del vino desde la entrada del intercambiador de calor de placas hasta los depósitos de almacenamiento.

El equipo a diseñar es la bomba centrífuga, que a la hora de diseñar la bomba deben definirse tres parámetros fundamentales que ayudan a seleccionarla comercialmente:

- H: Carga útil de la bomba (m).
- N: Potencia (W).
- NPSH_d: Altura neta de succión positiva disponible (m).

El cálculo se debería realizar para la condición más desfavorable que es para el vino Moscatel Blanco ya que presenta una densidad y una viscosidad más elevada, aunque vamos a realizar el cálculo tanto para el vino Fino o Fino Reñidero y para el Moscatel Blanco para comprobar lo predicho.

5.2.1.1. DETERMINACIÓN DE LA CARGA ÚTIL

La altura útil (H) es la energía que debe transmitir la bomba al fluido. Se calcula aplicando la Ecuación de Bernoulli entre dos puntos, el de aspiración y el de descarga de la bomba:

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} + H = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + h_{f1-2} \quad [8.2.1.1.1.]$$

Despejando la altura útil H, se obtiene:

$$H = \left(\frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} \right) + (Z_2 - Z_1) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g} \right) + h_{f1-2} \quad [8.2.1.1.2]$$

Donde:

$\left(\frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} \right)$: Diferencia de presiones entre los puntos 1 y 2.

$(Z_2 - Z_1)$: Diferencia de altura entre los puntos 1 y 2.

$\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g} \right)$: Diferencia de velocidad entre los puntos 1 y 2.

h_{f1-2} : Carga debida a la fricción entre los puntos 1 y 2.

El punto 1 hace referencia a la aspiración de la bomba y el punto 2 a la descarga de la misma.

El punto de aspiración se encuentra situado en el depósito isotérmico que está colocado justo antes de que comience la conducción que lleva al filtro de placas y el punto de descarga se encuentra en el depósito de almacenamiento (depósito número 2, ver plano 02/05). Para el cálculo de la altura útil de la bomba se tendrá en cuenta el caso más desfavorable: el depósito de aspiración está vacío y el depósito de impulsión lleno.

Se define ahora los parámetros conocidos:

- P_1 : Es la presión en el punto de aspiración. Se considera que el vino llega procedente de un depósito que está prácticamente vacío. Por este motivo la presión en este punto se considera presión atmosférica.

$$P_1: 101325 \text{ Pa}$$

- P_2 : Es la presión en el punto de descarga. La presión es la atmosférica:

$$P_2: 101325 \text{ Pa}$$

- Z_1 : Altura en la superficie de aspiración. Se considera este punto como altura del depósito de aspiración cuando éste se encuentra vacío.

$$Z_1: 1 \text{ m}$$

- Z_2 : Altura en la superficie de descarga. Se considera este punto como la altura del depósito, incluyendo la distancia de este con respecto al suelo.

$$Z_2: 0,5 \text{ m} + 3,60 \text{ m} = 4,10 \text{ m}$$

- V_1 : Velocidad lineal en la aspiración. El vino procede de un depósito, que se considera lo suficientemente grande como para que la velocidad en este punto se aproxime a cero.

$$V_1 \cong 0$$

- V_2 : Velocidad lineal en la descarga. Su valor es:

$$V_1 \cong 0$$

- h_{f1-2} : Pérdida de carga total entre la aspiración y la descarga. Esta pérdida de carga es la suma de las pérdidas de cargas en los tramos rectos de las tuberías, en los accesorios, en el intercambiador de calor de placas y en el intercambiador de calor de superficie rascada.

$$h_{f1-2} = h_f + h_{fIP} + h_{fFP}$$

h_{f1-2} : Pérdida de carga en el tramo 1-2 (m).

h_f : Pérdida de carga en tramos rectos de tuberías y en los accesorios (m).

h_{fIP} : Pérdida de carga en el intercambiador de calor de placas (m).

h_{fFP} : Pérdida de carga en el filtro de placas (m).

CÁLCULOS PARA EL VINO FINO O FINO REÑIDERO

El término de h_f , es el calculado en el apartado 4.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS EN LAS CONDUCCIONES del presente Anexo y tiene un valor de 1,6810 m.

Para calcular el término h_{fIP} recurrimos al intercambiador de calor de placas donde ya se calculó la pérdida de carga, ver apartado 2.5 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA del presente Anexo, teniendo un valor de:

$$\Delta P = 1302,94 \frac{kg}{m^2} = 12781,84 \frac{kg}{s^2 \cdot m}$$

Este valor se transforma a carga de la siguiente manera:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h_{fIP}$$

Donde:

ΔP : Pérdida de presión en el intercambiador de calor de placas ($kg/(m \cdot s^2)$).

ρ : Densidad del vino (kg/m^3).

g : Constante gravitacional (m/s^2).

h_{fIP} : Pérdida de carga en el intercambiador de calor de placas (m).

$$h_{fIP} = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g}$$

$$h_{fIP} = \frac{12781,84 \frac{kg}{s^2 \cdot m}}{987 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} = 1,3201m$$

Para el filtro de placas y una filtración esterilizante la pérdida de carga será de 1,2 bar (José Hidalgo Togores, 2011)

$$\Delta P = 1,2 \text{ bar} = 12236,592 \frac{kg}{m^2} = 120040,9675 \frac{kg}{s^2 \cdot m}$$

$$h_{fIP} = \frac{120040,9675 \frac{kg}{s^2 \cdot m}}{987 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} = 12,3978m$$

Se calcula h_{f1-2} :

$$h_{f1-2} = 1,681 m + 1,3201m + 12,3978m = 15,3989m$$

Con todos estos datos se obtiene un valor de altura útil, H, de la ecuación [1.8.2]:

$$H = \left(\frac{101325 (Pa) - 101325 (Pa)}{987 \left(\frac{kg}{m^3} \right) \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right)} \right) + (4,1(m) - 1(m)) + \left(\frac{0^2 \left(\frac{m^2}{s^2} \right) - 0^2 \left(\frac{m^2}{s^2} \right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right)} \right) + 15,3989 (m)$$

$$H = 18,4989 (m)$$

CÁLCULOS PARA EL VINO MOSCATEL BLANCO

El término de h_f , es el calculado en el apartado 4.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS EN LAS CONDUCCIONES del presente Anexo y tiene un valor de 1,7711 m.

Para calcular el término h_{fIP} recurrimos al intercambiador de calor de placas donde ya se calculó la pérdida de carga, ver apartado 2.5 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA del presente Anexo, teniendo un valor de:

$$\Delta P = 1495,82 \frac{kg}{m^2} = 14673,99 \frac{kg}{s^2 \cdot m}$$

Este valor se transforma a carga de la siguiente manera:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h_{fIP}$$

Donde:

ΔP : Pérdida de presión en el intercambiador de calor de placas ($kg/(m \cdot s^2)$).

ρ : Densidad del vino (kg/m^3).

g : Constante gravitacional (m/s^2).

h_{fIP} : Pérdida de carga en el intercambiador de calor de placas (m).

$$h_{fIP} = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g}$$

$$h_{fIP} = \frac{14673,99 \frac{kg}{s^2 \cdot m}}{1063 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} = 1,4072m$$

Para el filtro de placas y una filtración esterilizante la pérdida de carga será de 1,2 bar (Hidalgo Togados, 2011).

$$\Delta P = 1,2 \text{ bar} = 12236,592 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 120040,9675 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}}$$

$$h_{fIP} = \frac{120040,9675 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}}}{1063 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 11,5114 \text{ m}$$

Se calcula h_{f1-2} :

$$h_{f1-2} = 1,7711 \text{ m} + 1,4072 \text{ m} + 11,5114 \text{ m} = 14,6897 \text{ m}$$

Con todos estos datos se obtiene un valor de altura útil, H, de la ecuación [1.8.2]:

$$H = \left(\frac{101325 \text{ (Pa)} - 101325 \text{ (Pa)}}{987 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \cdot 9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} \right) + (4,1 \text{ (m)} - 1 \text{ (m)}) + \left(\frac{0^2 \left(\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right) - 0^2 \left(\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} \right) + 14,6897 \text{ (m)}$$

$$H = 17,7897 \text{ (m)}$$

5.2.1.2. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA

La potencia hidráulica de una bomba, N, es la potencia precisada por la bomba exclusivamente para bombear el fluido, en otras palabras, es la potencia requerida para impulsar el caudal a la altura útil.

$$N = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

Donde:

N: Potencia de la boma (W).

Q: Caudal a elevar (m^3/s).

ρ : Densidad del líquido (kg/m^3).

g: Constante gravitatoria (m/s^2).

H: Carga útil (m).

CÁLCULOS PARA EL VINO FINO O FINO REÑIDERO

Todos los parámetros de la ecuación son conocidos y sus valores son:

$$Q = 0,000278 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho = 987 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$$

$$H = 18,4989 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$N = 0,000278 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 987 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 18,4989 \text{ m} = 49,7542 \text{ W}$$

Para calcular la potencia absorbida por el eje de la bomba (N') se hace uso de la expresión anterior introduciéndole el rendimiento de la bomba (η_b). El valor de este rendimiento es de 0,65 (José Hidalgo Togores, 2011). Por lo tanto la potencia absorbida tiene un valor de:

$$N' = \frac{N}{\eta_b} = \frac{49,7542}{0,65} = 76,5449 \text{ W}$$

Se recomienda que la potencia de la bomba sea un 25% superior a la calculada, por lo tanto la bomba deberá tener una potencia de **95,6811 W**.

CÁLCULOS PARA EL VINO MOSCATEL BLANCO

Todos los parámetros de la ecuación son conocidos y sus valores son:

$$Q = 0,000278 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho = 1063 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H = 17,7897 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$N = 0,000278 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1063 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 17,7897 \text{ m} = 51,5310 \text{ W}$$

Para calcular la potencia absorbida por el eje de la bomba (N') se hace uso de la expresión anterior introduciéndole el rendimiento de la bomba (η_b). El valor de este rendimiento es de 0,65 (José Hidalgo Togores, 2011). Por lo tanto la potencia absorbida tiene un valor de:

$$N' = \frac{N}{\eta_b} = \frac{51,5310}{0,65} = 79,2784 \text{ W}$$

Se recomienda que la potencia de la bomba sea un 25% superior a la calculada, por lo tanto la bomba deberá tener una potencia de **99,0980 W**.

5.2.1.3. DETERMINACIÓN DE LA CARGA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA DISPONIBLE

La cavitación es un fenómeno que se produce cuando la presión en algún punto de la corriente líquida se hace menor que la presión de vapor del líquido a la temperatura de trabajo. Este descenso en la presión hace que el líquido se vaporice, apareciendo burbujas (“cavidades”) en el seno de la corriente líquida. Esta corriente arrastra las burbujas hasta zonas de mayor presión en las que desaparecen, produciéndose un aumento local de la presión que puede afectar al sistema de transporte, lo que ocasiona el deterioro de la misma. Este fenómeno de cavitación produce una disminución de las presiones de aspiración y de descarga de la bomba, pudiendo provocar que ésta se vacíe de líquido. Para evitar este fenómeno, la bomba debe trabajar bajo ciertas condiciones. Para conocer estas condiciones de trabajo se define la carga neta de succión positiva (NPSH), que es la diferencia entre la carga de aspiración y la presión de vapor del líquido:

$$\text{NSPH}_d = H_a - h_v$$

En esta ecuación la presión de vapor del líquido, h_v , viene expresada en metros. Como los fluidos alimentarios poseen un alto porcentaje en agua, como es el caso del vino, para la presión de vapor h_v , se suele tomar la del agua pura, que además asegura la situación más desfavorable en este fenómeno físico.

Esta carga neta de succión positiva es característica de cada sistema específico, y depende de la altura de dicho sistema, situación de la bomba y de las características particulares de la tubería. Puede calcularse según la ecuación:

$$\text{NSPH}_d = \left(\frac{P_a - P_v}{\rho \cdot g} \right) + (Z_a - Z_e) + \left(\frac{V_a^2}{2 \cdot g} \right) + h_{fa-e}$$

Donde:

NPSH_d : Carga neta de succión positiva (m).

z_a : Altura del punto de aspiración (m).

z_e : Altura de la entrada de la bomba (m).

v_a : Velocidad en el punto de aspiración (m/s).

P_a : Presión en el punto de aspiración (Pa).

P_v : Presión de vapor del líquido a la temperatura de trabajo (Pa).

h_{fa-e} : Pérdida de carga entre la superficie de aspiración y la entrada de la bomba (m).

Para calcular la presión de vapor del vino, se considera que es la del agua (ya que una proporción mayoritaria es agua) y la temperatura de trabajo es la más desfavorable 28,3°C. Haciendo uso de la Tabla A4.5.: Propiedades del vapor de agua (Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005) y mediante una interpolación se obtiene:

$$\frac{27 - 30}{3567 - 4246} = \frac{27 - 28,3}{3567 - P_v}$$

$$P_v = 3861,2333 \text{ Pa}$$

Para calcular la pérdida de carga entre la superficie de aspiración y la entrada de la bomba se utiliza la ecuación de Fanning aplicada a esa zona:

$$h_{fa-e} = (4f) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad [7.2.5]$$

Donde:

h_{fa-e} : Pérdida de carga entre la superficie de aspiración y la entrada de la bomba (m).

(4f): Factor de fricción.

L: Longitud desde la aspiración hasta el punto de entrada a la bomba (m).

D: Diámetro interior de la tubería (m).

g: Constante gravitacional (m/s²).

v: Velocidad del vino en el punto de entrada a la bomba (m/s).

La distancia es de 3,2 m de tubería fija y de 10 m de tubería flexible.

Los valores del diámetro interior de las líneas, velocidad de circulación, la longitud de los accesorios, la longitud del tramo recto de la conducción y factor de fricción presentes en las mismas se han tomado del apartado y subapartados del punto 4. DISEÑO DE LAS TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS del presente Anexo. Por lo tanto:

| Accesorio | Unidades | L _{eq} de cada unidad (m) | L _{eq} total (m) |
|-------------------------------------|----------|------------------------------------|---------------------------|
| Conexión en T | 2 | 1,524 | 3,048 |
| Válvula de asiento | 2 | 7 | 14 |
| Codo | 3 | 1,524 | 4,572 |
| Estrechamiento (0,03246-0,02276) | 6 | 0,145 | 0,87 |
| Estrechamiento (0,03246-0,0254) | 1 | 0,168 | 0,168 |
| Ensanchamiento (0,02276-0,03246) | 6 | 0,41 | 2,46 |
| Ensanchamiento (0,0254-0,03246) | 1 | 0,49 | 0,49 |
| | | | 25,608 |

$$h_{f(PVC)} = 0,031 \cdot \frac{10(m)}{0,0254(m)} \cdot \frac{0,54^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 0,1814 m$$

$$h_{f(AI)} = 0,0305 \cdot \frac{[3,2(m) + 25,608(m)]}{0,0228(m)} \cdot \frac{0,68^2 \left(\frac{m^2}{s^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2}\right)} = 0,9082 m$$

$$h_{fa-e} = h_{f(PVC)} + h_{f(AI)}$$

$$h_{fa-e} = 0,1814 (m) + 0,9082(m) = 1,0896 m$$

CÁLCULOS PARA EL VINO FINO O FINO REÑIDERO

La presión en el punto de aspiración será la atmosférica 101325 Pa. La altura en el punto de aspiración es 1 m con respecto a la entrada de la bomba. Por lo tanto sustituyendo los datos en la ecuación [1.8.5]:

$$NSPH_d = \left(\frac{101325 (Pa) - 3861,2333(Pa)}{987 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} \right) + (1(m) - 0(m)) + \left(\frac{0,68^2 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} \right) + 1,0896 (m)$$

$$NSPH_d = 12,1792 m$$

CÁLCULOS PARA EL VINO MOSCATEL BLANCO

La presión en el punto de aspiración será la atmosférica 101325 Pa. La altura en el punto de aspiración es 1 m con respecto a la entrada de la bomba. Por lo tanto sustituyendo los datos en la ecuación [1.8.5]:

$$NPSH_d = \left(\frac{101325 \text{ (Pa)} - 3861,2333 \text{ (Pa)}}{1063 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right) + (1 \text{ (m)} - 0 \text{ (m)}) + \left(\frac{0,68^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right) + 1,0896 \text{ (m)}$$

$$NPSH_d = 11,4595 \text{ m}$$

5.2.1.4. CARGA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA REQUERIDA

La carga neta de succión positiva requerida, NPSH_r, se define como la presión de succión mínima que requiere la bomba para mantener un funcionamiento estable sin que se produzca el fenómeno de la cavitación.

El límite para esta presión viene marcado por la presión de vapor del fluido. Su valor se define de forma experimental y es proporcionado por el fabricante de la bomba.

El modelo comercial que se elige con tal fin es el MXHLM 202 E desarrollado por la empresa CALPEDA. Esta bomba está adaptada para trabajar con una presión máxima de 8 bar, en un rango de temperatura de -15°C/110°C y un motor de 2800 rpm.

La curva característica del fabricante (Ver Ilustración A4.3.: Carga neta de succión requerida de la Bomba MXHLM 202 E (Calpeda)) indica que la altura de succión positiva requerida, NPSH_r, para este modelo y un caudal de trabajo de 1 m³/h es de aproximadamente 1,90 metros.

5.2.1.5. COMPROBACIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA

Para garantizar el correcto funcionamiento de la bomba, solventando los problemas derivados de la cavitación debe cumplirse siempre que:

$$NPSH_d > NPSH_r$$

Para el modelo que se elige se cumple dicho criterio con lo cual es posible asegurar un correcto funcionamiento de este equipo para las condiciones de trabajo especificadas.

CÁLCULOS PARA EL VINO FINO O FINO REÑIDERO

$$NPSH_d = 12,1792 \text{ m} > NPSH_r = 1,9 \text{ m}$$

CÁLCULOS PARA EL VINO MOSCATEL BLANCO

$$NPSH_d = 11,4595 \text{ m} > NPSH_r = 1,9 \text{ m}$$

Por lo tanto la bomba funciona correctamente para las dos condiciones.

Con los datos obtenidos mediante los cálculos desarrollados en los apartados anteriores, se obtiene que las características principales de la bomba necesaria serían:

- Fluido a impulsar: Vino Moscatel, y Vino Fino o Fino Reñidero
- Caudal: 1 m³/h
- Altura útil: 11,4595 m
- Carga neta de aspiración requerida: 1,90 m
- Potencia de accionamiento: 99,0980 W

5.3. DISEÑO DE LA BOMBA DE TRASIEGO DE VINO A ESTABILIZAR HACIA EL DEPÓSITO ISOTÉRMICO (BOMBA-E-E) (RECORRIDO N°2)

5.3.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES

La primera bomba (Bomba-E-E) del sistema estabilización por en frío tiene como misión la impulsión del vino desde la entrada del intercambiador de calor de placas hasta el depósito isotérmico.

El equipo a diseñar es la bomba centrífuga, que a la hora de diseñar la bomba deben definirse tres parámetros fundamentales que ayudan a seleccionarla comercialmente:

- H: Carga útil de la bomba (m).
- N: Potencia (W).
- NPSH_d: Altura neta de succión positiva disponible (m).

El cálculo se debería realizar para la condición más desfavorable que es para el vino Moscatel Blanco ya que presenta una densidad y una viscosidad más elevada, aunque vamos a realizar el cálculo tanto para el vino Fino o Fino Reñidero y para el Moscatel Blanco para comprobar lo predicho.

5.3.1.1. DETERMINACIÓN DE LA CARGA ÚTIL

La altura útil (H) es la energía que debe transmitir la bomba al fluido. Se calcula aplicando la Ecuación de Bernoulli entre dos puntos, el de aspiración y el de descarga de la bomba:

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} + H = + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + h_{f1-2} \text{ [8.2.1.1.1.]}$$

Despejando la altura útil H, se obtiene:

$$H = \left(\frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} \right) + (Z_2 - Z_1) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g} \right) + h_{f1-2} \text{ [8.2.1.1.2]}$$

Donde:

$\left(\frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g}\right)$: Diferencia de presiones entre los puntos 1 y 2.

$(Z_2 - Z_1)$: Diferencia de altura entre los puntos 1 y 2.

$\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g}\right)$: Diferencia de velocidad entre los puntos 1 y 2.

h_{f1-2} : Carga debida a la fricción entre los puntos 1 y 2.

El punto 1 hace referencia a la aspiración de la bomba y el punto 2 a la descarga de la misma.

El punto de aspiración se encuentra situado en el depósito que está colocado justo antes de que comience la conducción que lleva al intercambiador de placas y el punto de descarga se encuentra en el depósito isotérmico (depósito número 10 u 11, ver plano 02/05). Para el cálculo de la altura útil de la bomba se tendrá en cuenta el caso más desfavorable: el depósito de aspiración está vacío y el depósito de impulsión lleno.

Se define ahora los parámetros conocidos:

- P_1 : Es la presión en el punto de aspiración. Se considera que el vino llega procedente de un depósito que está prácticamente vacío. Por este motivo la presión en este punto se considera presión atmosférica.

$$P_1: 101325 \text{ Pa}$$

- P_2 : Es la presión en el punto de descarga. La presión es la atmosférica:

$$P_2: 101325 \text{ Pa}$$

- Z_1 : Altura en la superficie de aspiración. Se considera este punto como altura del depósito de aspiración cuando éste se encuentra vacío.

$$Z_1: 0,5 \text{ m}$$

- Z_2 : Altura en la superficie de descarga. Se considera este punto como la altura del depósito, incluyendo la distancia de este con respecto al suelo.

$$Z_2: 1 \text{ m} + 4,86 = 5,86 \text{ m}$$

- V_1 : Velocidad lineal en la aspiración. El vino procede de un depósito, que se considera lo suficientemente grande como para que la velocidad en este punto se aproxime a cero.

$$V_1 \cong 0$$

- V_2 : Velocidad lineal en la descarga. Su valor es:

$$V_2 \cong 0$$

- h_{f1-2} : Pérdida de carga total entre la aspiración y la descarga. Esta pérdida de carga es la suma de las pérdidas de cargas en los tramos rectos de las tuberías, en los accesorios, en el intercambiador de calor de placas y en el intercambiador de calor de superficie rascada.

$$h_{f1-2} = h_f + h_{fP} + h_{fR}$$

h_{f1-2} : Pérdida de carga en el tramo 1-2 (m).

h_f : Pérdida de carga en tramos rectos de tuberías y en los accesorios (m).

h_{fIP} : Pérdida de carga en el intercambiador de calor de placas (m).

h_{fIR} : Pérdida de carga en el intercambiador de calor de superficie rascada (m).

CÁLCULOS PARA EL VINO FINO O FINO REÑIDERO

El término de h_f , es el calculado en el apartado 4.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS EN LAS CONDUCCIONES del presente Anexo y tiene un valor de 1,5721 m.

Para calcular el término h_{fIP} recurrimos al intercambiador de calor de placas donde ya se calculó la pérdida de carga, ver apartado 2.5 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA del presente Anexo, teniendo un valor de:

$$\Delta P = 1302,94 \frac{kg}{m^2} = 12781,84 \frac{kg}{s^2 \cdot m}$$

Este valor se transforma a carga de la siguiente manera:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h_{fIP}$$

Donde:

ΔP : Pérdida de presión en el intercambiador de calor de placas ($kg/(m \cdot s^2)$).

ρ : Densidad del vino (kg/m^3).

g : Constante gravitacional (m/s^2).

h_{fIP} : Pérdida de carga en el intercambiador de calor de placas (m).

$$h_{fIP} = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g}$$

$$h_{fIP} = \frac{12781,84 \frac{kg}{s^2 \cdot m}}{987 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} = 1,3201m$$

Por lo tanto ya conocemos que h_{fIP} posee un valor de 1,3201m. A efectos de simplificación de los cálculos, se considera la misma pérdida de carga en el intercambiador de calor de cuerpo rascado.

Se calcula h_{f1-2} :

$$h_{f1-2} = 1,5721 m + 1,3201m + 1,3201m = 4,2123 m$$

Con todos estos datos se obtiene un valor de altura útil, H, de la ecuación [1.8.2]:

$$H = \left(\frac{101325 (Pa) - 101325 (Pa)}{987 \left(\frac{kg}{m^3} \right) \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right)} \right) + (5,86(m) - 0,5(m)) + \left(\frac{0^2 \left(\frac{m^2}{s^2} \right) - 0^2 \left(\frac{m^2}{s^2} \right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right)} \right) + 4,2123 (m)$$

$$H = 9,5723 (m)$$

CÁLCULOS PARA EL VINO MOSCATEL BLANCO

El término de h_f , es el calculado en el apartado 4.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGAS EN LAS CONDUCCIONES del presente Anexo y tiene un valor de 1,6552 m.

Para calcular el término h_{fP} recurrimos al intercambiador de calor de placas donde ya se calculó la pérdida de carga, ver apartado 2.5 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA del presente Anexo, teniendo un valor de:

$$\Delta P = 1495,82 \frac{kg}{m^2} = 14673,99 \frac{kg}{s^2 \cdot m}$$

Este valor se transforma a carga de la siguiente manera:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h_{fP}$$

Donde:

ΔP : Pérdida de presión en el intercambiador de calor de placas ($kg/(m \cdot s^2)$).

ρ : Densidad del vino (kg/m^3).

g : Constante gravitacional (m/s^2).

h_{fP} : Pérdida de carga en el intercambiador de calor de placas (m).

$$h_{fP} = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g}$$

$$h_{fP} = \frac{14673,99 \frac{kg}{s^2 \cdot m}}{1063 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} = 1,4072m$$

Por lo tanto ya conocemos que h_{fP} posee un valor de 1,4072m. A efectos de simplificación de los cálculos, se considera la misma pérdida de carga en el intercambiador de calor de cuerpo rascado.

Se calcula h_{f1-2} :

$$h_{f1-2} = 1,6552 m + 1,4072m + 1,4072m = 4,4696m$$

Con todos estos datos se obtiene un valor de altura útil, H , de la ecuación [1.8.2]:

$$H = \left(\frac{101325 (Pa) - 101325 (Pa)}{987 \left(\frac{kg}{m^3} \right) \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right)} \right) + (5,86(m) - 0,5(m)) + \left(\frac{0^2 \left(\frac{m^2}{s^2} \right) - 0^2 \left(\frac{m^2}{s^2} \right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right)} \right) + 4,4696 (m)$$

$$H = 9,8296 (m)$$

5.3.1.2. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA

La potencia hidráulica de una bomba, N , es la potencia precisada por la bomba exclusivamente para bombear el fluido, en otras palabras, es la potencia requerida para impulsar el caudal a la altura útil.

$$N = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

Donde:

N: Potencia de la boma (W).

Q: Caudal a elevar (m³/s).

ρ : Densidad del líquido (kg/m³).

g: Constante gravitatoria (m/s²).

H: Carga útil (m).

CÁLCULOS PARA EL VINO FINO O FINO REÑIDERO

Todos los parámetros de la ecuación son conocidos y sus valores son:

$$Q = 0,000278 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho = 987 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H = 9,5723 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$N = 0,000278 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 987 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,5723 \text{ m} = 25,7454 \text{ W}$$

Para calcular la potencia absorbida por el eje de la bomba (N') se hace uso de la expresión anterior introduciéndole el rendimiento de la bomba (η_b). El valor de este rendimiento es de 0,65 (José Hidalgo Togores, 2011). Por lo tanto la potencia absorbida tiene un valor de:

$$N' = \frac{N}{\eta_b} = \frac{25,7454}{0,65} = 39,6083 \text{ W}$$

Se recomienda que la potencia de la bomba sea un 25% superior a la calculada, por lo tanto la bomba deberá tener una potencia de **49,5104 W**.

CÁLCULOS PARA EL VINO MOSCATEL BLANCO

Todos los parámetros de la ecuación son conocidos y sus valores son:

$$Q = 0,000278 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho = 1063 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H = 9,8296 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$N = 0,000278 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1063 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 9,8296 \text{ m} = 28,4732 \text{ W}$$

Para calcular la potencia absorbida por el eje de la bomba (N') se hace uso de la expresión anterior introduciéndole el rendimiento de la bomba (η_b). El valor de este rendimiento es de 0,65 (José Hidalgo Togores, 2011). Por lo tanto la potencia absorbida tiene un valor de:

$$N' = \frac{N}{\eta_b} = \frac{28,4732}{0,65} = 43,8049 \text{ W}$$

Se recomienda que la potencia de la bomba sea un 25% superior a la calculada, por lo tanto la bomba deberá tener una potencia de **54,7561 W**.

5.3.1.3. DETERMINACIÓN DE LA CARGA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA DISPONIBLE

La cavitación es un fenómeno que se produce cuando la presión en algún punto de la corriente líquida se hace menor que la presión de vapor del líquido a la temperatura de trabajo. Este descenso en la presión hace que el líquido se vaporice, apareciendo burbujas (“cavidades”) en el seno de la corriente líquida. Esta corriente arrastra las burbujas hasta zonas de mayor presión en las que desaparecen, produciéndose un aumento local de la presión que puede afectar al sistema de transporte, lo que ocasiona el deterioro de la misma. Este fenómeno de cavitación produce una disminución de las presiones de aspiración y de descarga de la bomba, pudiendo provocar que ésta se vacíe de líquido. Para evitar este fenómeno, la bomba debe trabajar bajo ciertas condiciones. Para conocer estas condiciones de trabajo se define la carga neta de succión positiva (NPSH), que es la diferencia entre la carga de aspiración y la presión de vapor del líquido:

$$\text{NPSH}_d = H_a - h_v$$

En esta ecuación la presión de vapor del líquido, h_v , viene expresada en metros. Como los fluidos alimentarios poseen un alto porcentaje en agua, como es el caso del vino, para la presión de vapor h_v , se suele tomar la del agua pura, que además asegura la situación más desfavorable en este fenómeno físico.

Esta carga neta de succión positiva es característica de cada sistema específico, y depende de la altura de dicho sistema, situación de la bomba y de las características particulares de la tubería. Puede calcularse según la ecuación:

$$\text{NPSH}_d = \left(\frac{P_a - P_v}{\rho \cdot g} \right) + (Z_a - Z_e) + \left(\frac{V_a^2}{2 \cdot g} \right) + h_{fa-e}$$

Donde:

NPSH_d : Carga neta de succión positiva (m).

z_a : Altura del punto de aspiración (m).

z_e : Altura de la entrada de la bomba (m).

v_a : Velocidad en el punto de aspiración (m/s).

P_a : Presión en el punto de aspiración (Pa).

P_v : Presión de vapor del líquido a la temperatura de trabajo (Pa).

h_{fa-e} : Pérdida de carga entre la superficie de aspiración y la entrada de la bomba (m).

Para calcular la presión de vapor del vino, se considera que es la del agua (ya que una proporción mayoritaria es agua) y la temperatura de trabajo es la más desfavorable 28,3°C. Haciendo uso de la Tabla A4.5.: Propiedades del vapor de agua (Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005) y mediante una interpolación se obtiene:

$$\frac{27 - 30}{3567 - 4246} = \frac{27 - 28,3}{3567 - P_v}$$

$$P_v = 3861,2333 \text{ Pa}$$

Para calcular la pérdida de carga entre la superficie de aspiración y la entrada de la bomba se utiliza la ecuación de Fanning aplicada a esa zona:

$$h_{fa-e} = (4f) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad [7.2.5]$$

Donde:

h_{fa} : Pérdida de carga entre la superficie de aspiración y la entrada de la bomba (m).

(4f): Factor de fricción.

L: Longitud desde la aspiración hasta el punto de entrada a la bomba (m).

D: Diámetro interior de la tubería (m).

g: Constante gravitacional (m/s^2).

v: Velocidad del vino en el punto de entrada a la bomba (m/s).

La distancia es de 3 m de tubería flexible.

Los valores del diámetro interior de las líneas, velocidad de circulación, la longitud de los accesorios, la longitud del tramo recto de la conducción y factor de fricción presentes en las mismas se han tomado del apartado y subapartados del punto 4. DISEÑO DE LAS TUBERÍAS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS del presente Anexo. Por lo tanto:

| Accesorio | Unidades | L_{eq} de cada unidad (m) | L_{eq} total (m) |
|------------------------------------|----------|-----------------------------|--------------------|
| Válvula de asiento | 1 | 7 | 7 |
| Estrechamiento (0,03246-0,0254) | 1 | 0,168 | 0,168 |
| Ensanchamiento (0,0254-0,03246) | 1 | 0,49 | 0,49 |
| | | | 7,658 |

$$h_{f(PVC)} = 0,031 \cdot \frac{[3(m) + 7,658(m)]}{0,0254(m)} \cdot \frac{0,54^2 \left(\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}\right)}{2 \cdot 9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)} = 0,1933 \text{ m}$$

$$h_{fa-e} = h_{f(PVC)} = 0,1933 \text{ m}$$

CÁLCULOS PARA EL VINO FINO O FINO REÑIDERO

La presión en el punto de aspiración será la atmosférica 101325 Pa. La altura en el punto de aspiración es 0,5 m con respecto a la entrada de la bomba. Por lo tanto sustituyendo los datos en la ecuación [1.8.5]:

$$NPSH_d = \left(\frac{101325 \text{ (Pa)} - 3861,2333 \text{ (Pa)}}{987 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right) + (0,5 \text{ (m)} - 0 \text{ (m)}) + \left(\frac{0,54^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right) + 0,1933 \text{ (m)}$$

$$NPSH_d = 10,7742 \text{ m}$$

CÁLCULOS PARA EL VINO MOSCATEL BLANCO

La presión en el punto de aspiración será la atmosférica 101325 Pa. La altura en el punto de aspiración es 1 m con respecto a la entrada de la bomba. Por lo tanto sustituyendo los datos en la ecuación [1.8.5]:

$$NPSH_d = \left(\frac{101325 \text{ (Pa)} - 3861,2333 \text{ (Pa)}}{1063 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right) + (0,5 \text{ (m)} - 0 \text{ (m)}) + \left(\frac{0,54^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right) + 0,1933 \text{ (m)}$$

$$NPSH_d = 10,0545 \text{ m}$$

5.3.1.4. CARGA NETA DE SUCCIÓN POSITIVA REQUERIDA

La carga neta de succión positiva requerida, $NPSH_r$, se define como la presión de succión mínima que requiere la bomba para mantener un funcionamiento estable sin que se produzca el fenómeno de la cavitación.

El límite para esta presión viene marcado por la presión de vapor del fluido. Su valor se define de forma experimental y es proporcionado por el fabricante de la bomba.

El modelo comercial que se elige con tal fin es el MXHM 202 E desarrollado por la empresa CALPEDA. Esta bomba está adaptada para trabajar con una presión máxima de 8 bar, en un rango de temperatura de -15°C/110°C y un motor de 2800 rpm.

La curva característica del fabricante (Ver Ilustración A4.3.: Carga neta de succión requerida de la Bomba MXHLM 202 E (Calpeda)) indica que la altura de succión positiva requerida, $NPSH_r$, para este modelo y un caudal de trabajo de 1 m³/h es de aproximadamente 1,90 metros.

5.3.1.5. COMPROBACIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA

Para garantizar el correcto funcionamiento de la bomba, solventando los problemas derivados de la cavitación debe cumplirse siempre que:

$$NPSH_d > NPSH_r$$

Para el modelo que se elige se cumple dicho criterio con lo cual es posible asegurar un correcto funcionamiento de este equipo para las condiciones de trabajo especificadas.

CÁLCULOS PARA EL VINO FINO O FINO REÑIDERO

$$NPSH_d = 10,7742 \text{ m} > NPSH_r = 1,9 \text{ m}$$

CÁLCULOS PARA EL VINO MOSCATEL BLANCO

$$NPSH_d = 10,0545 \text{ m} > NPSH_r = 1,9 \text{ m}$$

Por lo tanto la bomba funciona correctamente para las dos condiciones.

Con los datos obtenidos mediante los cálculos desarrollados en los apartados anteriores, se obtiene que las características principales de la bomba necesaria serían:

- Fluido a impulsar: Vino Moscatel, y Vino Fino o Fino Reñidero
- Caudal: $1 \text{ m}^3/\text{h}$
- Altura útil: 9,8296 m
- Carga neta de aspiración requerida: 1,90 m
- Potencia de accionamiento: 54,7561 W

6. DISEÑO DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN

6.1. CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE FILTRACIÓN

A partir de la ecuación general para la filtración se despeja la Superficie de Filtración para la eliminación del bitartrato potásico.

Ecuación general para la filtración:

$$\frac{1}{S} \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta P}{\frac{u\alpha w}{S} (v + v_e)}$$

Teniendo en cuenta que $\frac{dv}{dt}$ es el caudal volumétrico, Q, se sustituye:

$$\frac{1}{S} Q = \frac{\Delta P}{\frac{u\alpha w}{S} (v + v_e)}$$

Se despeja de la ecuación la Superficie de filtración:

$$\frac{1}{S^2} Q = \frac{\Delta P}{u \alpha w (v + v_e)}$$

$$S = \sqrt{\frac{Q u \alpha w (v + v_e)}{\Delta P}}$$

Siendo:

S = Superficie de Filtración (m²)

Q = Caudal Volumétrico (m³/s)

ΔP = Diferencia de presiones entre la parte superior e inferior de la torta o del medio filtrante (Pa)

u = Viscosidad del vino (Pa · s)

α = Resistencia específica de la torta (m/kg)

w = Retención de la torta (kg/m³)

v = Volumen filtrado (m³)

v_e = Volumen de filtrado necesario para formar una torta hipotética que tuviera la misma resistencia que en el medio filtrante (m³)

Datos de partida:

V_e = 0,403 l = 4,03 · 10⁻⁴ m³ (dato del problema)

α = 2,98 · 10¹⁰ $\frac{m}{kg}$ (dato del problema)

w = 0,55 $\frac{kg}{m^3}$ (calculado experimentalmente)

μ_{MB} = 1,6 mPa s

μ_F = 1,2 mPa s

Q = 1000 l/h = 1 $\frac{m^3}{h}$ = 2,7778 · 10⁻³ $\frac{m^3}{s}$

ΔP = 0,5 atm = 50662,5 Pa

Calculo de la superficie para el vino Fino o Fino Reñidero:

$$S_F = \sqrt{\frac{(2,7778 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s})(1,2 \cdot 10^{-3} \text{Pa s})(2,98 \cdot 10^{10} \frac{m}{kg})(0,55 \frac{kg}{m^3})(5 m^3 + 4,03 \cdot 10^{-4} m^3)}{50662,5 \text{ Pa}}}$$

$$S_F = 0,734324545 m^2$$

Calculo de la superficie para el vino Moscatel Blanco:

$$S_{MB} = \sqrt{\frac{(2,7778 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s})(1,6 \cdot 10^{-3} \text{Pa s})(2,98 \cdot 10^{10} \frac{m}{kg})(0,55 \frac{kg}{m^3})(5 m^3 + 4,03 \cdot 10^{-4} m^3)}{50662,5 \text{ Pa}}}$$

$$S_{MB} = 0,847924947 m^2$$

6.2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE PLACAS

La superficie total es el producto del área de una placa por el número de ellas:

$$S_t = N \cdot S_p$$

El número de placas se obtiene sustituyendo en la ecuación de superficie de cada:

$$N = \frac{S_t}{S_p}$$

Calculo del número de placas para el vino Fino o Fino Reñidero:

$$N = \frac{0,734324545 m^2}{0,16 m^2} = 4,5895 \text{ placas}$$

Se necesitan 5 placas filtrantes.

Calculo del número de placas para el vino Moscatel Blanco:

$$N = \frac{0,847924947 m^2}{0,16 m^2} = 5,2995 \text{ placas}$$

Se necesitan 6 placas filtrantes.

CONCLUSION:

Experimentalmente se utilizan unas 35 placas filtrantes ya que se realiza en un solo proceso el clarificado y abrillantado del vino junto con la eliminación del bitartrato potásico, por lo que necesitara más placas que para solo la eliminación del bitartrato potásico, por lo tanto utilizaremos 35 placas filtrantes en vez de las 6 del Moscatel Blanco que sería la peor condición.

7. COMPROBACION DE LA TEMPERATURA FINAL DENTRO DE LOS DEPÓSITOS ISOTÉRMICOS TRAS LOS 14 DÍAS

Para calcular la temperatura en el interior del depósito se necesita conocer la temperatura exterior de cálculo. Para ello se parte de la siguiente ecuación (referencias: “Guía técnica: Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos” y “Guía para el cálculo de las cargas térmicas en los edificios”):

$$T_{ec} = 0,4 \cdot T_{media} + 0,6 \cdot T_{máxima}$$

Donde:

T_{ec} : Temperatura exterior de cálculo (°C).

T_{media} : Temperatura media del mes más cálido (°C).

$T_{máxima}$: Temperatura máxima del mes más cálido (°C).

Se toma como temperatura media el valor de 36,4 °C y como temperatura máxima 38,5 °C

(Ver apartado 2.2.1. *Climatología de la Memoria*

Descriptiva). Sustituyendo los datos en la ecuación:

$$T_{ec} = 0,4 \cdot 36,4 \text{ (°C)} + 0,6 \cdot 38,5 \text{ (°C)} = 37,66 \text{ °C}$$

Se trata de depósitos cilíndricos en disposición vertical. En general la resistencia convectiva interior es despreciable, ya que almacenan vino con coeficientes de convección muy grandes en comparación con el exterior.

En estos casos existe intercambio de calor por la superficie lateral (como una tubería, pero con dimensiones mucho más grandes) y por la superficie superior e inferior (como en el caso de placas planas).

Los coeficientes de convección a utilizar son los mismos que los respectivos para paredes y tuberías. Evidentemente, en el interior y exterior del depósito sólo se contabiliza el intercambio por convección, por lo que se supone despreciable la radiación.

El flujo de calor total perdido por el depósito se estima mediante:

$$q = \frac{q}{A} \Big|_{techo} (\pi r_{int}^2) + \frac{q}{A} \Big|_{pared} (L) + \frac{q}{A} \Big|_{suelo} (\pi r_{int}^2)$$

Una muy buena aproximación se obtiene (debido al gran diámetro del depósito y a la incertidumbre de cómo se produce la convección en la parte inferior del depósito) considerando que la resistencia térmica por metro cuadrado es la misma independientemente de la superficie que consideremos (lateral, superior, inferior), e igual a la que se produce en el lateral del depósito. Así, la ecuación se reconvierte en:

$$q = \frac{\frac{q}{H} \Big|_{cilindro}}{2\pi r_{int}} (\pi r_{int}^2 + 2\pi r_{int} H + \pi r_{int}^2)$$

1) Resistencias térmicas conductivas en caso de capa cilíndrica

Particularizada la ecuación al caso de una capa cilíndrica en que sus superficies tengan una diferencia de temperaturas ΔT , tenemos:

$$\frac{q}{H} \Big|_{cilindro} = \frac{\Delta T}{\frac{\ln\left(\frac{r_{ext}}{r_{int}}\right)}{2\pi k}}$$

Donde se define la resistencia térmica por conducción de una capa cilíndrica como:

$$R = \frac{\ln\left(\frac{r_{ext}}{r_{int}}\right)}{2\pi k}$$

2) Resistencias térmicas convectivas en caso de capa cilíndrica

Particularizada la ecuación al caso de una capa cilíndrica en que tengamos una diferencia de temperaturas ΔT entre la superficie y el fluido:

$$\frac{q}{H} \Big|_{cilindro} = \frac{\Delta T}{\frac{1}{2\pi r h_{conv}}}$$

Donde se define la resistencia térmica por convección de una capa cilíndrica como:

$$R = \frac{1}{2\pi r h_{conv}}$$

Caso de capa cilíndrica

Para capa cilíndrica tenemos la constancia del flujo de calor por unidad de longitud, es decir:

$$\frac{q}{H} \Big|_{cilindro} = \frac{\Delta T_{int}}{R_{conv-rad-cilindrica,int}} = \frac{\Delta T_i}{R_{cond-cilindrica,i}} = \frac{\Delta T_{ext}}{R_{conv-rad-cilindrica,ext}}$$

De donde se obtiene, simplemente sumando numeradores y denominadores (propiedad de las fracciones), y contabilizando todas las capas:

$$\frac{q}{H} \Big|_{cilindro} = \frac{T_{int} - T_{ext}}{R_{conv-rad-cilindrica,int} + R_{cond-cilindrica,i} + R_{conv-rad-cilindrica,ext}}$$

Como se ha comentado anteriormente la radiación es despreciable, y queda la expresión como:

$$\frac{q}{H} \Big|_{cilindro} = \frac{T_{int} - T_{ext}}{\frac{1}{2\pi r_{int} h_{conv,int}} + \sum_{capas\ material} \frac{\ln\left(\frac{r_{i+1}}{r_i}\right)}{2\pi k_i} + \frac{1}{2\pi r_{ext} h_{conv,ext}}}$$

Donde se define la resistencia térmica total cilíndrica como:

$$R_{total,cilindrica} = \frac{1}{2\pi r_{int} h_{conv,int}} + \sum_{capas\ material} \frac{\ln\left(\frac{r_{i+1}}{r_i}\right)}{2\pi k_i} + \frac{1}{2\pi r_{ext} h_{conv,ext}}$$

En nuestro caso concreto se presenta un depósito de acero inoxidable en la que la primera chapa interna es de acero inoxidable AISI-304 con un grosor de 3mm, a continuación está el aislante de poliuretano expandido con un espesor de 30 cm, y por ultimo está la capa de la cubierta del depósito de 0,4 ml de espesor, realizado en acero inoxidable AISI-304.

En donde:

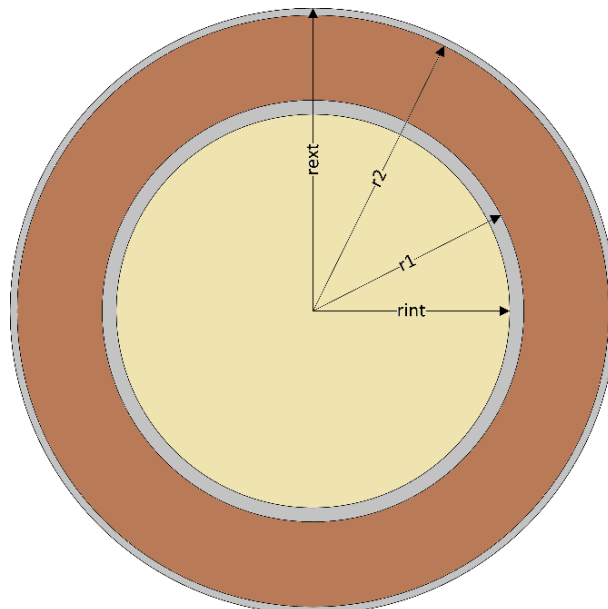
r_{int} (m): radio interno del depósito.

r_1 (m): radio tras la primera chapa y antes del aislante.

r_2 (m): radio tras el aislante y antes de la cubierta.

r_{ext} (m): radio externo del deposito, tras la cubierta del deposito.

$$R_{total,cilindrica} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$



En donde:

$R_{total,cilíndrica}$: Resistencia total del depósito

R_{int} : Resistencia convectiva del vino.

R_1 : Resistencia conductiva de la primera chapa del acero inoxidable.

R_2 : Resistencia conductiva del aislante.

R_3 : Resistencia conductiva de la cubierta.

R_{ext} : Resistencia convectiva del aire.

$$R_1 = \frac{1}{2\pi r_{int} h_{conv,int}}$$

$$R_2 = \frac{\ln\left(\frac{r_1}{r_{int}}\right)}{2\pi k_1}$$

$$R_3 = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi k_2}$$

$$R_4 = \frac{\ln\left(\frac{r_{ext}}{r_2}\right)}{2\pi k_3}$$

$$R_5 = \frac{1}{2\pi r_{ext} h_{conv,ext}}$$

$$q = \frac{\frac{T_{int} - T_{ext}}{R_{total,cilíndrica} H}}{2\pi r_{int}} (\pi r_{int}^2 + 2\pi r_{int} + \pi r_{int}^2)$$

$$q = \frac{T_{int} - T_{ext}}{R_{total,cilíndrica} 2\pi r_{int} H} (\pi r_{int}^2 + 2\pi r_{int} H + \pi r_{int}^2)$$

$$R_{total} = \frac{(\pi r_{int}^2 + 2\pi r_{int} + \pi r_{int}^2)}{R_{total,cilíndrica} 2\pi r_{int} H}$$

DATOS de José Hidalgo Togores, 2011:

$$h_{conv,ext} = 5,5 \frac{kcal}{^{\circ}Cm^2hora}$$

$$h_{conv,int} = 200 \text{ a } 400 \frac{kcal}{^{\circ}Cm^2hora} = 300 \frac{kcal}{^{\circ}Cm^2hora}$$

$$K_{acero\text{ inoxidable}} = \text{Conductividad térmica: } 16,3 \frac{W}{^{\circ}Cm^2hora} = 14,0148 \frac{kcal}{^{\circ}Cmhora}$$

$$K_{poliuretano} = \text{Conductividad térmica: } 0,0028 \frac{W}{^{\circ}Cm^2hora} = 0,0241 \frac{kcal}{^{\circ}Cmhora}$$

| | Depósito isotérmico 5500 l | Depósito isotérmico 11000 l |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|
| r_{int} (m) | 0,7213 | 0,9115 |
| r_1 (m) | 0,7243 | 0,9145 |
| r_2 (m) | 1,0243 | 1,2145 |
| r_{ext} (m) | 1,0247 | 1,2149 |
| H(m) | 4,2133 | 5,1643 |

- Tiempo = 14 días = 336 horas = 1209600 s
- Densidad del Fino o Fino Reñidero: 0,987 kg/l
- Densidad del Moscatel Blanco: 1,063 kg/l
- Viscosidad del Fino o Fino Reñidero: 1,2 mPa·s
- Viscosidad del Moscatel Blanco: 1,6 mPa·s
- Calor específico: 0,955 kcal/(kg·°C)
- Conductividad térmica: 0,52 W/(m·°C)

Calculo de resistencia total para el depósito isotérmico de 5500l

$$R_1 = \frac{1}{2\pi r_{int} h_{conv,int}} = \frac{1}{2\pi 0,7213(m) 300 \frac{kcal}{^{\circ}Cm^2hora}} = 0,0007355 \frac{^{\circ}Cmhora}{kcal}$$

$$R_2 = \frac{\ln\left(\frac{r_1}{r_{int}}\right)}{2\pi k_1} = \frac{\ln\left(\frac{0,7243(m)}{0,7213(m)}\right)}{2\pi 14,0148 \frac{kcal}{^{\circ}Cmhora}} = 4,71343E-05 \frac{^{\circ}Cmhora}{kcal}$$

$$R_3 = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi k_2} = \frac{\ln\left(\frac{1,0243(m)}{0,7243(m)}\right)}{2\pi 0,0241 \frac{kcal}{^{\circ}Cmhora}} = 2,291077697 \frac{^{\circ}Cmhora}{kcal}$$

$$R_4 = \frac{\ln\left(\frac{r_{ext}}{r_2}\right)}{2\pi k_3} = \frac{\ln\left(\frac{1,0247(m)}{1,0243(m)}\right)}{2\pi 14,0148 \frac{kcal}{^\circ C m hora}} = 4,43385E - 06 \frac{^\circ C m hora}{kcal}$$

$$R_5 = \frac{1}{2\pi r_{ext} h_{conv,ext}} = \frac{1}{2\pi 1,0247(m) 5,5 \frac{kcal}{^\circ C m^2 hora}} = 0,028239741 \frac{^\circ C m hora}{kcal}$$

$$R_{total,cilindrica} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

$$R_{total,cilindrica} = 0,0007355 \frac{^\circ C m hora}{kcal} + 4,71343E - 05 \frac{^\circ C m hora}{kcal} + 2,291077697 \frac{^\circ C m hora}{kcal} + 4,43385E - 06 \frac{^\circ C m hora}{kcal} + 0,028239741 \frac{^\circ C m hora}{kcal}$$

$$R_{total,cilindrica} = 2,320104507 \frac{^\circ C m hora}{kcal}$$

$$R_{total} = \frac{(\pi r_{int}^2 + 2\pi r_{int} H + \pi r_{int}^2)}{R_{total,cilindrica} 2\pi r_{int} H}$$

$$= \frac{(\pi 0,7213^2(m^2) + 2\pi 0,7213(m) 4,2133(m) + \pi 0,7213^2(m^2))}{2,320104507 \frac{^\circ C m hora}{kcal} 2\pi 0,7213(m) 4,2133(m)}$$

$$R_{total} = 0,504803112 \frac{kcal}{^\circ C m hora}$$

Calculo de resistencia total para el depósito isotérmico de 11000l.

$$R_1 = \frac{1}{2\pi r_{int} h_{conv,int}} = \frac{1}{2\pi 0,9115(m) 300 \frac{kcal}{^\circ C m^2 hora}} = 0,000582026 \frac{^\circ C m hora}{kcal}$$

$$R_2 = \frac{\ln\left(\frac{r_1}{r_{int}}\right)}{2\pi k_1} = \frac{\ln\left(\frac{0,9145(m)}{0,9115(m)}\right)}{2\pi 14,0148 \frac{kcal}{^\circ C m hora}} = 3,7315E - 05 \frac{^\circ C m hora}{kcal}$$

$$R_3 = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi k_2} = \frac{\ln\left(\frac{1,2145(m)}{0,9145(m)}\right)}{2\pi 0,0241 \frac{kcal}{^\circ C m hora}} = 1,875588813 \frac{^\circ C m hora}{kcal}$$

$$R_4 = \frac{\ln\left(\frac{r_{ext}}{r_2}\right)}{2\pi k_3} = \frac{\ln\left(\frac{1,2149(m)}{1,2145(m)}\right)}{2\pi 14,0148 \frac{kcal}{^\circ C m hora}} = 3,73959E - 06 \frac{^\circ C m hora}{kcal}$$

$$R_5 = \frac{1}{2\pi r_{ext} h_{conv,ext}} = \frac{1}{2\pi 1,2149(m) 5,5 \frac{kcal}{^{\circ}C m^2 hora}} = 0,023818637 \frac{^{\circ}C m hora}{kcal}$$

$$R_{total, cilíndrica} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

$$R_{total, cilíndrica} = 0,000582026 \frac{^{\circ}C m hora}{kcal} + 3,7315E - 05 \frac{^{\circ}C m hora}{kcal} + 1,875588813 \frac{^{\circ}C m hora}{kcal} + 3,73959E - 06 \frac{^{\circ}C m hora}{kcal} + 0,023818637 \frac{^{\circ}C m hora}{kcal}$$

$$R_{total, cilíndrica} = 1,900030531 \frac{^{\circ}C m hora}{kcal}$$

$$R_{total} = \frac{(\pi r_{int}^2 + 2\pi r_{int} H + \pi r_{int}^2)}{R_{total, cilíndrica} 2\pi r_{int} H} =$$

$$= \frac{(\pi 0,9115^2(m^2) + 2\pi 0,9115(m) 5,1643(m) + \pi 0,9115^2(m^2))}{1,900030531 \frac{^{\circ}C m hora}{kcal} \cdot 2\pi \cdot 0,9115(m) 5,1643(m)}$$

$$R_{total} = 0,619200684 \frac{kcal}{^{\circ}C m hora}$$

Sabiendo si el número de Biot es mayor que 0,1 se obtiene la siguiente ecuación de la que podemos despejar la temperatura a la que llega alcanzar el vino:

$$Bi = \frac{h \cdot \frac{V}{A}}{k}$$

$$\frac{V}{A} = \frac{\pi r_{ext}^2 H}{(\pi r_{ext}^2 + 2\pi r_{ext} H + \pi r_{ext}^2)}$$

$$\frac{T - T_{int}}{T_0 - T_{int}} = e^{-(Bi)(Fo)}$$

$$T = (T_0 - T_{int}) e^{-(Bi)(Fo)} + T_{int}$$

$$(Bi)(Fo) = \frac{hA}{\rho V C_p} t$$

Calculo de las temperaturas para el vino Fino o Fino Reñidero:

- En el depósito de 5500 litros.

$$\frac{V}{A} = \frac{\pi 1,0247^2 (m^2) 4,2133(m)}{(\pi 1,0247^2 (m^2) + 2\pi 1,0247(m) 4,2133(m) + \pi 1,0247^2 (m^2))}$$

$$\frac{V}{A} = 0,412119942(m)$$

$$Bi = \frac{h \frac{V}{A}}{k} = \frac{5,5 \frac{kcal}{^\circ C m^2 hora} 0,412119942(m)}{0,504803112 \frac{kcal}{^\circ C m hora}} = 4,490185633 > 0,1$$

$$(Bi)(Fo) = \frac{hA}{\rho V C_p} t = \frac{5,5 \frac{kcal}{^\circ C m^2 h} (\pi 1,0247^2 (m^2) + 2\pi 1,0247(m) 4,2133(m) + \pi 1,0247^2 (m^2))}{987 \frac{kg}{m^3} \pi 1,0247^2 (m^2) 4,2133(m) 0,955 \frac{kcal}{(kg \cdot ^\circ C)}} 336h$$

$$(Bi)(Fo) = 4,757270134$$

$$T = (T_0 - T_{int}) e^{-(Bi)(Fo)} + T_{int} = (37,66(^\circ C) - (-5,8(^\circ C))) e^{-(4,757270134)} + (-5,8(^\circ C)) = -5,426721004^\circ C$$

- En el depósito de 11000litros.

$$\frac{V}{A} = \frac{\pi 1,2149^2 (m^2) 5,1643(m)}{(\pi 1,2149^2 (m^2) + 2\pi 1,2149(m) 5,1643(m) + \pi 1,2149^2 (m^2))}$$

$$\frac{V}{A} = 0,491762922(m)$$

$$Bi = \frac{h \frac{V}{A}}{k} = \frac{5,5 \frac{kcal}{^\circ C m^2 hora} 0,491755668(m)}{0,619200684 \frac{kcal}{^\circ C m hora}} = 4,368044393 > 0,1$$

$$(Bi)(Fo) = \frac{hA}{\rho V C_p} t = \frac{5,5 \frac{kcal}{^\circ C m^2 h} (\pi 1,2149^2 (m^2) + 2\pi 1,2149(m) 5,1643(m) + \pi 1,2149^2 (m^2))}{987 \frac{kg}{m^3} \pi 1,2149^2 (m^2) 5,1643(m) 0,955 \frac{kcal}{(kg \cdot ^\circ C)}} 336h$$

$$(Bi)(Fo) = 3,986811126$$

$$T = (T_0 - T_{int})e^{-(Bi)(Fo)} + T_{int} = (37,66(^{\circ}C) - (-5,8(^{\circ}C)))e^{-(3,986811126)} + (-5,8(^{\circ}C))$$

$$= -4,993434485^{\circ}C$$

Calculo de las temperaturas para el vino Moscatel Blanco:

- En el depósito de 5500 litros.

$$\frac{V}{A} = \frac{\pi 1,0247^2(m^2)4,2133(m)}{(\pi 1,0247^2(m^2) + 2\pi 1,0247(m)4,2133(m) + \pi 1,0247^2(m^2))}$$

$$\frac{V}{A} = 0,412119942(m)$$

$$Bi = \frac{h \frac{V}{A}}{k} = \frac{5,5 \frac{kcal}{^{\circ}Cm^2hora} 0,412119942(m)}{0,504803112 \frac{kcal}{^{\circ}Cmhora}} = 4,490185633 > 0,1$$

$$(Bi)(Fo) = \frac{hA}{\rho V C_p} t =$$

$$\frac{5,5 \frac{kcal}{^{\circ}Cm^2h} (\pi 1,0247^2(m^2) + 2\pi 1,0247(m)4,2133(m) + \pi 1,0247^2(m^2))}{1063 \frac{kg}{m^3} \pi 1,0247^2(m^2)4,2133(m)0,955 \frac{kcal}{(kg \cdot ^{\circ}C)}} 336h$$

$$(Bi)(Fo) = 4,417145458$$

$$T = (T_0 - T_{int})e^{-(Bi)(Fo)} + T_{int} = (37,66(^{\circ}C) - (-12,2(^{\circ}C)))e^{-(4,417145458)} + (-12,2(^{\circ}C))$$

$$= -11,59825793^{\circ}C$$

- En el depósito de 11000litros.

$$\frac{V}{A} = \frac{\pi 1,2149^2(m^2)5,1643(m)}{(\pi 1,2149^2(m^2) + 2\pi 1,2149(m)5,1643(m) + \pi 1,2149^2(m^2))}$$

$$\frac{V}{A} = 0,491762922(m)$$

$$Bi = \frac{h \frac{V}{A}}{k} = \frac{5,5 \frac{kcal}{^{\circ}Cm^2hora} 0,491762922(m)}{0,619200684 \frac{kcal}{^{\circ}Cmhora}} = 4,368044393 > 0,1$$

$$(Bi)(Fo) = \frac{hA}{\rho V C_p} t = \frac{5,5 \frac{kcal}{^{\circ}C m^2 h} (\pi 1,2149^2 (m^2) + 2\pi 1,2149 (m) 5,1643 (m) + \pi 1,2149^2 (m^2))}{1063 \frac{kg}{m^3} \pi 1,2149^2 (m^2) 5,1643 (m) 0,955 \frac{kcal}{(kg \cdot ^{\circ}C)}} 336h$$

$$(Bi)(Fo) = 3,701771008$$

$$T = (T_0 - T_{int}) e^{-(Bi)(Fo)} + T_{int} = (37,66(^{\circ}C) - (-12,2 (^{\circ}C))) e^{-(3,701771008)} + (-12,2 (^{\circ}C)) \\ = -10,96946619^{\circ}C$$

CUADROS RESUMEN:

| | Vino Fino o Fino Reñidero | Vino Moscatel Blanco |
|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| Depósito de 5500litros | -5,426721004°C | -11,59825793°C |
| Depósito de 11000litros | -4,993434485°C | -10,96946619°C |

| Capacidad del depósito (l) | T ₀ (°C) | Tipo de Vino | T _{int} (°C) | T _{int final} (°C) | ΔT (°C) |
|----------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------|-------------|
| 5500 | 37,66 | Fino o Reñidero | -5,8 | -5,43 | 0,37 |
| | | Moscatel | -12,2 | -11,60 | 0,60 |
| 11000 | 37,66 | Fino o Reñidero | -5,8 | -4,99 | 0,81 |
| | | Moscatel | -12,2 | -10,97 | 1,23 |

Se ha comprobado que la pérdida de temperatura en los depósitos es inferior a **1,5 °C**, ya que la máxima pérdida que presenta los depósitos es de **1,23°C**.

9.2. ANEXO N°2:

ESTUDIOS DE LOS

COSTES

9.2. ANEXO N°2: ESTUDIOS DE LOS COSTES

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------------|
| 1. CONDICIONES DE OPERACIÓN | 253 |
| 2. GASTO ENERGETICO ANUAL | 253 |
| 3. COSTE ENERGETICO ANUAL | 254 |
| 4. AHORRO ECONÓMICO ENERGÉTICO ANUAL | 255 |
| 5. PRESUPUESTO DE LOS EQUIPOS | 256 |
| 6. COSTE DE LA AMORTIZACIÓN | 256 |
| 6.1. CONCEPTO | 256 |
| 6.2. CALCULO DE LA CUOTA DE AMORTIZACIÓN | 258 |
| 7. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN | 258 |
| 7.1. CONCEPTO DEL METODO DEL PERÍODO DE RECUPERACIÓN | 258 |
| 7.2. CÁLCULO | 260 |

1. CONDICIONES DE OPERACIÓN

En este apartado se detallan las condiciones de funcionamiento de los equipos, antes de la mejora y posterior a la mejora.

ANTES DE LA MEJORA

Se tratan 5000 litros en el intercambiador de calor de cuerpo raspado durante unos 6 días, y cada día está en funcionamiento unas 7 horas, por lo tanto tarda unas 42 horas en el tratamiento por frío. Y posteriormente será filtrado el vino, cuyo proceso tarda en realizarse unas 5 horas.

POSTERIOR A LA MEJORA

En el sistema mejorado se tratarán 5000 litros de vino que tardan 5 horas, conjuntamente se realiza el tratamiento de frío y el de filtración.

2. GASTO ENERGÉTICO ANUAL

A continuación se realizará el cálculo energético consumido antes de la mejora y posterior a la mejora.

ANTES DE LA MEJORA

Consumo energético del intercambiador de calor de cuerpo raspado:

Potencia de los compresores: 5,5 y 7,5 kW

Potencia del raspador: 1,5 kW

Potencia de los ventiladores: 2 x 0,20 kW

Potencia del condensador: 23,8 kW

Potencia total = \sum Potencia = 38,7 kW

Energía consumida = Potencia x Tiempo de uso

Energía consumida: 38,7 kW x 42 h = 1625,4 kWh

Consumo energético por la bomba en el tratamiento de frío:

Potencia de la bomba = 0,6 kW

Energía consumida = Potencia x Tiempo de uso

Energía consumida: 0,6 kW x 42 h = 25,2 kWh

Consumo energético por la bomba en la filtración:

Potencia de la bomba = 0,6 kW

Energía consumida = Potencia x Tiempo de uso

Energía consumida: 0,6 kW x 5 h = 3 kWh

Energía consumida total = \sum Energía consumida = 1625,4 kWh + 25,2 kWh + 3 kWh = 1653,6 kWh

Se realiza el tratamiento 24 veces al año por lo que la energía consumida en un año será:

Energía consumida al año = Energía consumida total por tratamiento x nº de veces de tratamiento al año

Energía consumida al año = $1653.6 \text{ kWh} \times 24 = 39686,4 \text{ kWh}$

POSTERIOR A LA MEJORA

Consumo energético del intercambiador de calor de cuerpo rascado:

Potencia de los compresores: 5,5 y 7,5 KW

Potencia del rascador: 1,5 KW

Potencia de los ventiladores: 2 x 0,20 KW

Potencia del condensador: 23,8 KW

Potencia total = $\sum \text{Potencia} = 38,7 \text{ KW}$

Energía consumida = Potencia x Tiempo de uso

Energía consumida: $38,7 \text{ KW} \times 5 \text{ h} = 193,5 \text{ KWh}$

Consumo energético por la bomba en el tratamiento de frío:

Potencia de la bomba = 0,6 KW

Energía consumida = Potencia x Tiempo de uso

Energía consumida: $0,33 \text{ KW} \times 5 \text{ h} = 1,65 \text{ KWh}$

Consumo energético por la bomba en la filtración:

Potencia de la bomba = 0,6 KW

Energía consumida = Potencia x Tiempo de uso

Energía consumida: $0,33 \text{ KW} \times 5 \text{ h} = 1,65 \text{ KWh}$

Energía consumida total = $\sum \text{Energía consumida} = 193,5 \text{ KWh} + 1,65 \text{ KWh} + 1,65 \text{ KWh} = 196,8 \text{ KWh}$

Se realiza el tratamiento 24 veces al año por lo que la energía consumida en un año será:

Energía consumida al año = Energía consumida total por tratamiento x nº de veces de tratamiento al año

Energía consumida al año = $196,8 \text{ KWh} \times 24 = 4723,2 \text{ KWh}$

3. COSTE ENERGETICO ANUAL

ANTES DE LA MEJORA

Coste energético:

| Tarifa de acceso | Término de potencia en €/kW y mes | Término de energía €/kWh |
|------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Resto | 3,564947 | 0,149982 |

Energía consumida:

$$39686,4 \text{ kWh} \times 0,149982 \text{ €/kWh} = 5952,25 \text{ €}$$

Tarifa contratada:

La potencia (kW) contratada es de 45 kW por lo que:

$$3,564947 \text{ €/kW} \times 45 \text{ kW} \times 12 = 1925,07 \text{ €}$$

$$\text{Coste total} = 5952,25 \text{ €} + 1925,07 \text{ €} = 7877,32 \text{ €}$$

POSTERIOR A LA MEJORA

Coste energético:

| Tarifa de acceso | Término de potencia en €/kW y mes | Término de energía €/kWh |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Resto | 3,564947 | 0,149982 |

Energía consumida:

$$4723,2 \text{ kWh} \times 0,149982 \text{ €/kWh} = 708,39 \text{ €}$$

Tarifa contratada:

La potencia (kW) contratada es de 45 kW por lo que:

$$3,564947 \text{ €/kW} \times 45 \text{ kW} \times 12 = 1925,07 \text{ €}$$

$$\text{Coste total} = 708,39 \text{ €} + 1925,07 \text{ €} = 2633,46 \text{ €}$$

4. AHORRO ECONÓMICO ENERGÉTICO ANUAL

Cálculo del ahorro económico energético anual que se produce al realizar las mejoras.

$$\text{Ahorro Energético} = \text{Coste anterior a la mejora} - \text{Coste posterior a la mejora}$$

$$\text{Ahorro Energético} = 7877,32 \text{ €} - 2633,46 \text{ €} = 5243,86 \text{ €}$$

Anualmente se obtiene un ahorro de 5243,86 €.

5. PRESUPUESTO DE LOS EQUIPOS

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDADES | PRECIO UNITARIO O POR ML (€) | TOTAL (€) |
|--|-----------------------------------|----------|------------------------------|-----------------|
| 1 | Intercambiador de calor de placas | 1 | 9000 | 9000 |
| 2 | Filtro de placas de 40x40 | 1 | 4550 | 4550 |
| 3 | Bomba centrífuga | 2 | 423 | 846 |
| 4 | Válvula de asiento de 2 vías | 8 | 94,87 | 758,96 |
| 5 | Tubería de PVC | 48 | 12,16 | 583,68 |
| 6 | Tubería de acero inoxidable | 8,4 | 48 | 403,20 |
| 7 | Codo de 90º | 6 | 6,05 | 36,30 |
| 8 | Tés | 4 | 11,22 | 44,88 |
| 9 | Reducción 1 ¼" a ¾" | 32 | 3,42 | 109,44 |
| 10 | Reducción 1 ¼" a 1" | 16 | 3,15 | 50,40 |
| 11 | Entronque 1" | 16 | 2,30 | 36,80 |
| 12 | Racores 1" | 16 | 19,5 | 312 |
| Presupuesto de ejecución del material | | | | 16731,66 |
| Presupuesto de ejecución del material con el 21% de I.V.A. | | | | 20245,31 |
| Gasto generales (15%) | | | | 3036,80 |
| Beneficio industrial del contratista (6%) | | | | 1214,72 |
| Presupuesto de ejecución por contrata | | | | 24496,83 |

6. COSTE DE LA AMORTIZACIÓN

6.1. CONCEPTO

Mientras que el coste de los materiales consumidos y de la mano de obra utilizada pueden determinarse con cierta objetividad, la cuantificación de la depreciación del inmovilizado es una cuestión esencialmente subjetiva. En cualquier caso, para determinar dicho concepto es necesario previamente definir las siguientes cuestiones:

* **Tiempo o vida útil del bien:** Es el período de tiempo que se espera que el bien esté en condiciones de producir rendimientos normales. Es una variable aproximada ya que está basada en expectativas futuras y suele determinarse en relación con la experiencia con bienes anteriores, en las indicaciones de los fabricantes, dictámenes de ingenieros, etc. El tiempo de vida útil de un bien se suele medir en años.

* **Precio de adquisición:** En el Plan General de Contabilidad (P.G.C.) español las normas de valoración de obligado cumplimiento determinan que el precio de adquisición es el consignado en la factura del proveedor más todos los gastos de instalación que se produzcan hasta que el bien esté en condiciones de funcionamiento.

* **Valor residual:** Es el valor que se estima tendrá el bien al término de su vida útil, es decir, una vez que esté totalmente amortizado. En otras palabras, el importe que se estime se

obtendrá por la venta del elemento en el momento de su baja en el inventario. El valor residual se suele restar del precio de adquisición para calcular la base de amortización, ya que el valor residual no es amortizable. En la mayoría de los casos no se emplea el valor residual, principalmente por la dificultad que entraña su determinación, además de que se supone que es comparativamente pequeño.

* **Causas fundamentales de la depreciación:** Si el origen de la depreciación es físico, es necesario relacionar la amortización con el tiempo de servicio de un bien. Si la depreciación es funcional, será necesario estudiar la actividad desarrollada por el bien. La depreciación por obsolescencia guarda estrecha relación con la antigüedad de un bien y escasa o ninguna con las horas de funcionamiento.

* **Cuota de amortización:** Es la cantidad a amortizar del bien cada período, normalmente años, por lo que se suele llamar también anualidad. Su importe dependerá del SISTEMA DE AMORTIZACIÓN empleado.

* **Base de amortización:** Es el valor a amortizar durante la vida útil del bien, es el importe, sobre el cual aplicándose el tipo de amortización se obtiene la cuota de amortización.

Puede tomarse como base de amortización uno de los siguientes:

1) Precio de adquisición: El definido con anterioridad, sobre el que necesariamente se calcula la amortización en la contabilidad externa. Si existiese valor residual, la base de amortización sería la diferencia entre el precio de adquisición y el mismo. Siendo este el utilizado en el proyecto.

2) Precio de reposición: Es el precio de adquisición estimado para un nuevo activo de las características del actual, cuando el primitivo ha perdido su aptitud para el proceso productivo. Es un valor altamente incierto.

3) Valor de mercado: Es el valor actual de un equipo similar al que utilizamos, que normalmente será superior al precio de adquisición. Empleando este precio se intenta evitar el déficit financiero que supone la amortización calculada en función del precio de adquisición.

* **Sistema de amortización:** Es la función representativa de la disminución del valor del bien. Puede ser constante, decreciente, creciente, etc.

Una vez determinadas estas cuestiones se podrá definir la política de amortización que seguirá la empresa.

Los sistemas de amortización pueden clasificarse del siguiente modo:

Sistemas de amortización financieros: Son aquellos que tienen en cuenta el tipo de interés de la inversión realizada para la recuperación del valor del inmovilizado.

Sistemas de amortización no financieros: Son aquellos que no tienen en cuenta el tipo de interés de la inversión realizada. Siendo uno de estos tipos utilizado en el proyecto., siendo el utilizado el sistema de amortización constante, lineal o de cuota fija.

Sistema de amortización constante, lineal o de cuota fija: Consiste en que la cantidad a amortizar anualmente es la misma, durante la vida útil del bien. Por lo tanto consiste en

repartir el coste del elemento inmovilizado en fracciones iguales y repercutirlo en los costes de los respectivos ejercicios económicos correspondientes a su vida útil. Es el método más utilizado por su sencillez operatoria, no obstante sólo debe emplearse en aquellos casos en que la depreciación física o bien la obsolescencia económica prevalecen sobre la depreciación funcional, tal y como ocurre con el mobiliario y enseres, instalaciones, edificios, etc. Por lo tanto el coste derivado de este sistema de amortización se considera FIJO.

La anualidad o cuota de amortización se puede calcular directamente en función del número de años.

Cuota = Base de amortización / vida útil del bien (en años)

6.2. CALCULO DE LA CUOTA DE AMORTIZACIÓN

Para calcular la cuota de amortización se necesita saber la base de amortización que es el precio de adquisición y la vida útil de la instalación.

Base de amortización: 24901,73€

Vida útil de la instalación: 15 años

Por lo que la cuota de amortización anual será:

$$Cuota = \frac{24496,83 \text{ €}}{15 \text{ años}} = 1633,12 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

7. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN

7.1. CONCEPTO DEL METODO DEL PERÍODO DE RECUPERACIÓN

Existen diversos métodos o modelos de valoración o evaluación de inversiones. Se dividen básicamente entre métodos estáticos y métodos dinámicos.

Los métodos estáticos son los siguientes:

- El Período de Recuperación (Pay back estático). (Siendo este método el utilizado)
- El Flujo Neto de Caja (Cash-Flow estático).
- La Tasa de Rendimiento Contable.

Estos métodos adolecen todos de un mismo defecto: no tienen en cuenta el tiempo. Es decir, no tienen en cuenta en los cálculos, el momento en que se produce la salida o la entrada de dinero y, por lo tanto, su diferente valor.

El Período de Recuperación, es el número de años que la organización tarda en recuperar la inversión en un determinado proyecto. Es utilizado para medir la viabilidad de un proyecto.

El Periodo de Recuperación basa sus fundamentos en la cantidad de tiempo que debe utilizarse, para recuperar la inversión, sin tener en cuenta los intereses. Es decir, que si un proyecto tiene un costo total y por su implementación se espera obtener un ingreso futuro, identifica el tiempo total en que se recuperará la inversión inicial.

Este método selecciona aquellos proyectos mutuamente excluyentes cuyos beneficios permiten recuperar más rápidamente la inversión, es decir, cuanto más corto sea el periodo de recuperación de la inversión mejor será el proyecto, o bien, la decisión de invertir se toma comparando este período de recuperación con algún estándar predeterminado.

Es importante señalar que en la evaluación de cualquier proyecto de inversión se deben tomar en cuenta las erogaciones que se deben realizar por las tasas impositivas, es decir, siempre considerar el efecto fiscal.

Ventajas de la herramienta:

- Es fácil de calcular y aplicar.
- Es barato, por eso se emplea en la actualidad para evaluar decisiones de pequeños gastos de capital cuando el costo de los otros métodos de evaluación de proyectos, es superior a los beneficios de escoger mejores elecciones entre las alternativas.
- Proporciona una medición de la liquidez del proyecto o de la velocidad con que el efectivo invertido es reembolsado.
- Es útil para las organizaciones con escasa disponibilidad de efectivo.

Desventajas de la herramienta:

- El defecto de los métodos estáticos (no tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo).
- Ignora el hecho de que cualquier proyecto de inversión puede tener corrientes de beneficios o pérdidas después de superado el periodo de recuperación o reembolso, lo cual es un sesgo para los proyectos a largo plazo.
- Si la organización establece una fecha como límite de selección, sólo se aceptarán proyectos de corta duración.

No obstante, este método puede ser atractivo en inversiones categorizadas como muy riesgosas, en las cuales los fondos lejanos en el tiempo son menos probables en su realización.

El Período de Recuperación (PR) se determina acumulando los sucesivos flujos anuales de un determinado proyecto, hasta que la suma alcance el costo inicial de la inversión.

En forma matemática se expresa de la siguiente manera:

$$PR = \frac{\text{Inversión}}{\sum (\text{Ingresos}_r - \text{Egresos}_r)}$$

Donde:

PR = Periodo de recuperación

r = Periodo de tiempo (años, meses, etc.)

En este caso a la diferencia entre los ingresos y los egresos de un período dado, también se le conoce como flujo del período, o lo que viene a ser los beneficios promedios.

$$PR = \frac{\textit{Inversión inicial}}{\textit{Beneficio promedio anual}}$$

El período de recuperación del capital es el plazo (número de años) en que la inversión original se recupera con los beneficios futuros.

La regla de decisión asociada a este indicador señala que se deben preferir los proyectos con menor período de recuperación. Cuanto más corto sea éste, mejor.

7.2. CÁLCULO

En el presente proyecto el beneficio promedio anual corresponde al ahorro económico energético anual al implantar las mejoras en la bodega.

$$PR = \frac{24496,83 \text{ €}}{5243,86 \text{ €}} = 4,67$$

Por lo que el período de retorno de la inversión sería en 4 años y 8 meses aproximadamente.

9.3. ANEXO N°3:

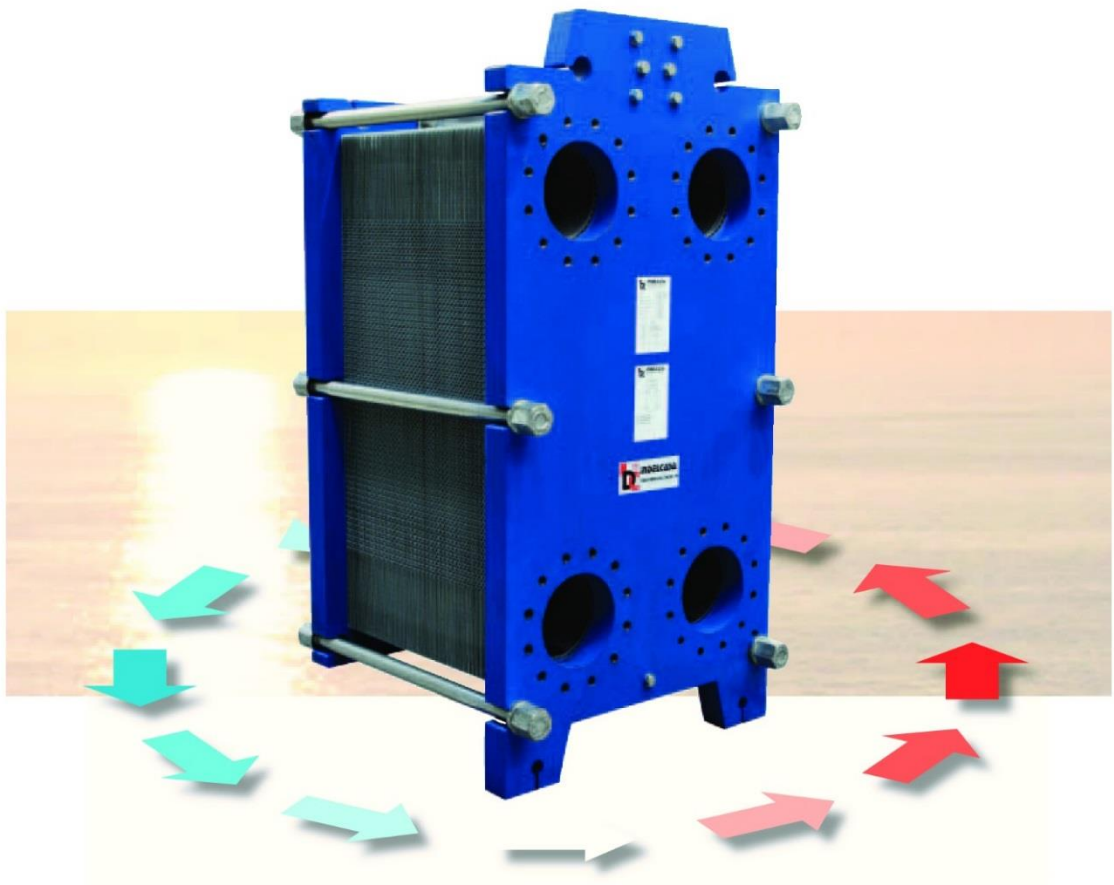
DATOS TÉCNICOS

9.3 ANEXO N°3: DATOS TÉCNICOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------------|
| 1. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS | 265 |
| 2. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CUERPO RASCADO | 275 |
| 3. FILTRO DE PLACAS DE 40 X40 | 277 |
| 4. BOMBA CENTRIFUGA | 281 |
| 5. PLACAS FILTRANTES | 285 |
| 6. REFRIGERANTE R-404 A | 290 |
| 7. TUBERÍA FLEXIBLE DE PVC | 304 |

1. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS



Intercambiadores de calor a placas

Un mundo en el int



Introducción

Los procesos de adaptación a los que están sometidos los distintos sectores de la Economía, obligan a optimizar sus recursos y adoptar en los procesos en los que sea necesario el calentamiento o enfriamiento, medidas orientadas a la búsqueda de soluciones eficientes y económicas.

Los intercambiadores de calor a placas reúnen todas las exigencias actuales en aplicaciones de esta naturaleza y permiten dar una respuesta a este planteamiento, de una forma eficaz.

Las características más importantes de este tipo de intercambiadores las podemos resumir en:

- Altos coeficientes de transferencia de calor.
- Intercambio de calor con diferencias de temperatura mínimas.
- Espacio de ubicación reducido.
- Flexibilidad.
- Fácil acceso para su limpieza.
- Gran resistencia a la corrosión.
- Inversión moderada.

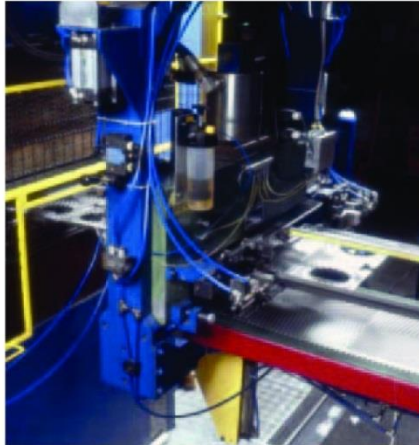
Le ofrecemos nuestra experiencia

Desde 1972, año de comienzo de nuestras actividades, **INDELCASA**, ha mantenido un compromiso con nuestros clientes: poner a su disposición las más modernas técnicas orientadas a la mejora energética de las instalaciones.

Pero nuestro compromiso no finaliza aquí, para garantizar el éxito, ponemos a su disposición nuestro "**Saber hacer**", que permite desde la fase de diseño de la instalación hasta su implantación, compartir nuestra dilatada experiencia en la optimización de soluciones. Fruto de esta estrecha colaboración, hoy contamos entre las instalaciones realizadas por nuestros clientes, las referencias más importantes y emblemáticas de nuestro sector.

La gama de intercambiadores de calor a placas que aquí presentamos, ha sido diseñada en base a una dilatada experiencia, producto de un conocimiento exhaustivo en la técnica de investigación y desarrollo en el campo del intercambio de calor. Además disponemos para la fabricación de los distintos componentes, las más modernas tecnologías aplicadas en el sector, entre las que destacamos una prensa hidráulica de 11.000 Tn., una máquina de soldadura por láser o un horno al vacío para intercambiadores termosoldados.

Intercambio de calor



Nos adaptamos a sus necesidades

INDELCASA ofrece una extensa gama de intercambiadores de calor a placas con superficies unitarias que van desde 0,04 m² hasta 2,5 m², lo cual nos permite proponer soluciones de intercambio térmico a todos los problemas que se nos planteen, en aplicaciones hasta 2.500 m³/h, con temperaturas hasta 170° C y/o presiones de servicio de 25 bar.

Dentro de esta gama disponemos de distintos materiales de la placa: AISI 304, AISI 316, Titanio, Hastelloy, Incoloy, etc. que nos permiten adaptarnos a aplicaciones en procesos específicos.



Una respuesta rápida y eficaz

Hoy en día cada minuto de demora en la toma de decisiones, puede suponer un coste muy elevado, difícil de asumir. Por esta razón, nuestros técnicos son conscientes que los problemas requieren soluciones rápidas y eficaces. Cada consulta que nos plantean nuestros clientes, es atendida por personal cualificado, que analiza las particularidades de cada caso. Con ayuda de un potente programa de cálculo asistido por ordenador, que propone múltiples soluciones para el problema térmico planteado, nuestro personal técnico selecciona aquella que optimice las prestaciones del intercambiador, de acuerdo con las necesidades requeridas por nuestros clientes.





Descripción y funcionamiento

El intercambiador de calor a placas está constituido por un paquete de placas metálicas corrugadas mediante un proceso de estampación en frío, soportadas entre sí mediante un bastidor compuesto por una parte fija y otra móvil, el cual posibilita el apriete y asegura la estanqueidad entre los fluidos y la atmósfera mediante juntas. El paquete de placas, que constituye la superficie de intercambio, forma un sistema de canales de flujos paralelos, en donde los fluidos circulan en contracorriente atravesando canales alternativos, al objeto de provocar un alto coeficiente de transmisión de calor.

La corrugación de la placa hace aumentar la superficie de intercambio, a la vez que provoca una gran turbulencia de los fluidos, lo cual confiere una gran rigidez mecánica, que posibilita la utilización de menos espesor, reduciendo al mínimo su resistencia al intercambio térmico y pudiendo soportar presiones de trabajo elevadas debido a los múltiples puntos de contacto entre las placas.

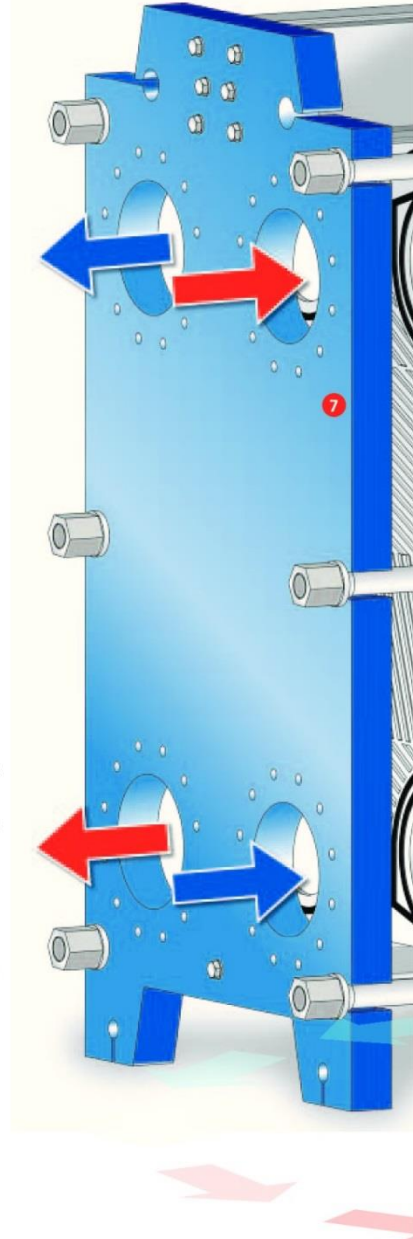
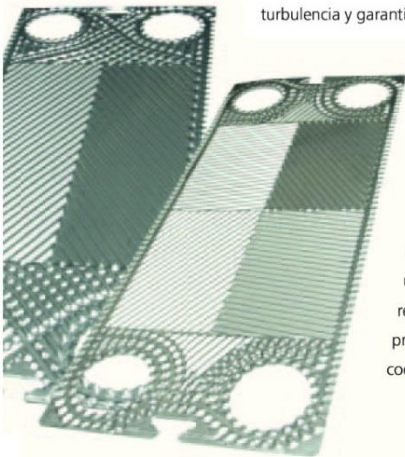
El diseño de la placa

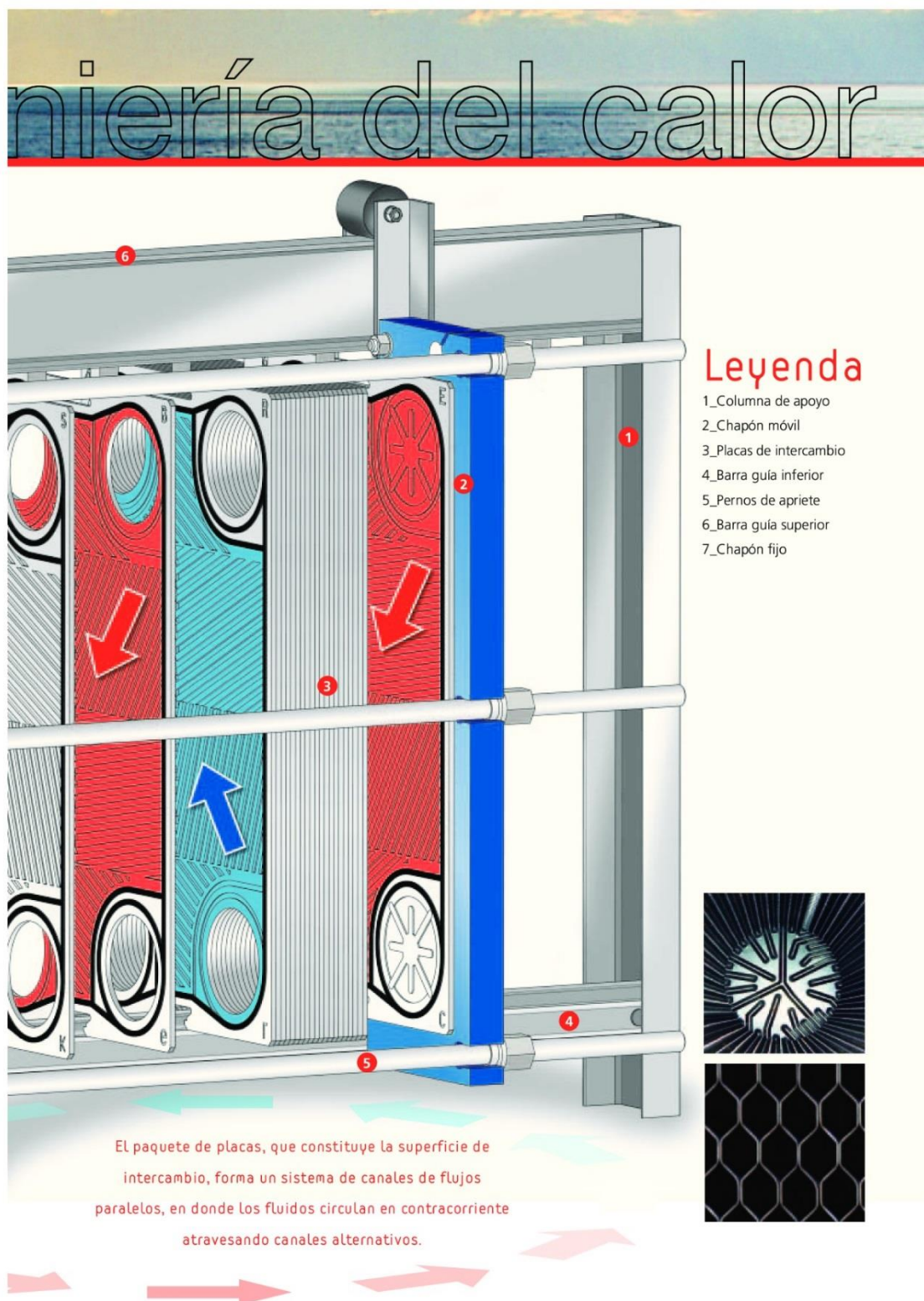
Los intercambiadores de calor **INDELCASA** forman parte de una nueva generación de placas para intercambio térmico con una gran eficacia y flexibilidad, así como una gran resistencia, incluso con presiones diferenciales elevadas. La **corrugación de la**

placa, en forma de "espina de pez", permite obtener una alta turbulencia y garantiza una distribución del fluido a través

de toda la superficie, obteniendo así un aprovechamiento máximo en el intercambio térmico.

Además la **sección de entrada** de la placa está diseñada de una forma amplia, con un número mínimo de puntos de contacto que evite su ensuciamiento y con una distribución uniforme del fluido que garantice la reducción de las "zonas muertas" que provocan una reducción sensible del coeficiente de transmisión de calor.

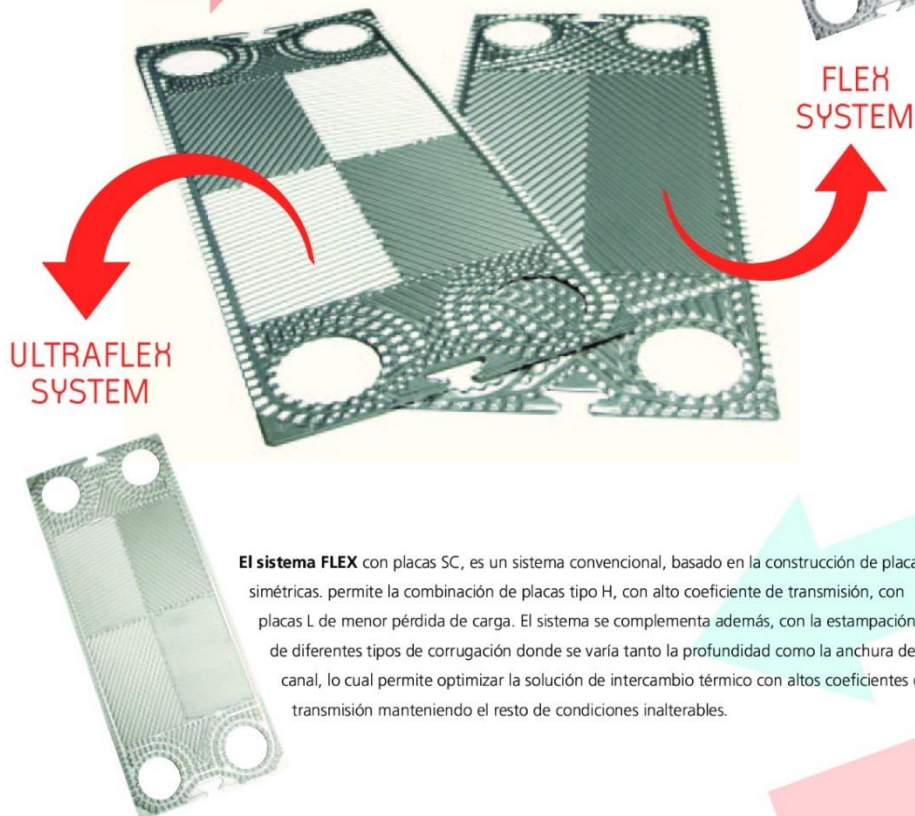




Intercambiadores

El sistema **ULTRAFLEX** con placas SX, está basado en la construcción de placas de configuración asimétrica. Cada tipo de placa H y L, está conformada con 2 ángulos diferentes de estampación, un ángulo obtuso con un coeficiente alto de transmisión y un ángulo agudo con una pérdida de carga baja. Además, la junta está situada sobre un canal neutro, lo cual permite que la placa pueda ser girada tanto en su eje vertical como horizontal, obteniendo de esta forma múltiples combinaciones.

Todo esto se traduce en una combinación de canales que aseguran una solución óptima para cada tipo de problema térmico, incluso en los casos donde los caudales de ambos circuitos son diferentes.



El sistema **FLEX** con placas SC, es un sistema convencional, basado en la construcción de placas simétricas. permite la combinación de placas tipo H, con alto coeficiente de transmisión, con placas L de menor pérdida de carga. El sistema se complementa además, con la estampación de diferentes tipos de corrugación donde se varía tanto la profundidad como la anchura de canal, lo cual permite optimizar la solución de intercambio térmico con altos coeficientes de transmisión manteniendo el resto de condiciones inalterables.

Por otra parte la ranura de alojamiento de la junta está diseñada de tal forma que la junta mantiene una superficie mínima de exposición con los fluidos, lo cual permite que con una menor compresión de ésta, se evite su deslizamiento con presiones diferenciales elevadas. Además una menor compresión de la junta nos proporciona una mayor duración y elasticidad.

de calor a placas

Placas especiales

Nuestro programa de fabricación de placas incluyen una serie de modelos para aplicaciones en procesos específicos.

Placa "Flujo libre"

Se trata de placas diseñadas para que no exista ningún punto de contacto metal-metal y permita el flujo de partículas (pulpas o materiales fibrosos) de hasta 2 mm. de diámetro y 5 mm. de longitud. El principal campo de aplicación sería la industria alimentaria.

Placa "Semi-soldada"

Su campo de aplicación sería en procesos en los que uno de los fluidos requiera altas temperaturas y altas presiones, así como en procesos químicos con fluidos muy agresivos donde no es conveniente la utilización de juntas de caucho o intercambiadores termosoldados. El paquete de placas está formado por conjuntos o cassetes de 2 placas soldadas entre sí y unidos mediante juntas, lo cual permite su desmontaje y limpieza.

Placa "Soldada"

Los intercambiadores de calor que incorporan este tipo de placa trabajan como un intercambiador tubular tradicional, en el cual se ha sustituido el haz tubular por un conjunto de placas de mayor rendimiento. El paquete formado por estas placas soldadas va montado dentro de una carcasa cilíndrica.

Este tipo de intercambiador tiene importantes ventajas al no utilizar juntas de caucho, pudiendo trabajar a alta temperatura (hasta 250° C) y presión (25 bar) con fluidos como el vapor, aceite térmico, etc...

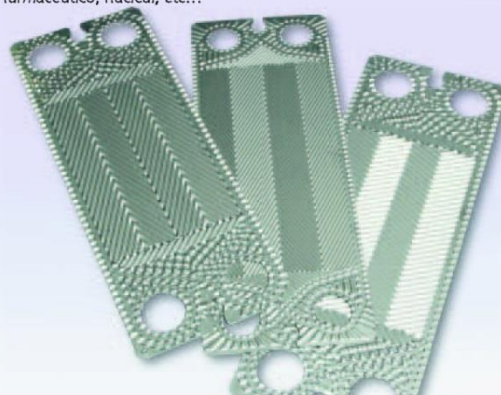
Placa "Doble seguridad"

Nos proporciona una doble seguridad al incorporar "doble placa", para evitar la mezcla de los fluidos. En el caso de perforación de una de las placas, el fluido en contacto se elimina hacia el exterior a través de la cámara de aire existente entre la "doble placa", lo cual permite visualizar la fuga. Los sectores más comunes de aplicación de este sistema son: Alimentario (Pasteurización de leche), farmacéutico, nuclear, etc...

La zona de entrada de la junta está diseñada con un sistema doble de cierre y un dispositivo de drenaje de tal forma que impide la mezcla de los fluidos, en el caso de fuga de uno de ellos, evacuándolo a la atmósfera sin posibilidad de acumulación en la placa.

Una larga experiencia en este campo nos ha permitido diseñar la nueva junta "Clip-on", que no precisa pegamento. Este modelo de junta se adapta a la ranura de alojamiento de la placa y queda perfectamente sujeta a ella mediante unos retenes que encajan en los orificios previstos para ese fin. Este nuevo sistema de junta lleva varios años en el mercado con un resultado inmejorable.

La ventaja fundamental respecto al sistema de junta tradicional pegada, radica en la facilidad del desmontaje para su sustitución, ya que elimina el proceso de despegado de la vieja junta y del pegado de la nueva.



Aplicaciones de los intercambios de calor a placas



SECTOR INDUSTRIAL:

- Recuperación de calor
- Industrias químicas y farmacéuticas
- Aceites térmicos
- Industria del automóvil



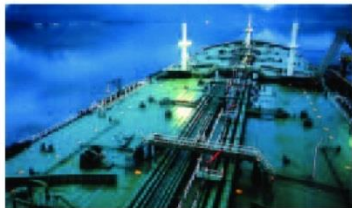
SECTOR ENERGETICO:

- Plantas nucleares
- Subestaciones de calefacción
- Plantas de cogeneración
- Producción de A.C.S.



SECTOR ALIMENTARIO:

- Industrias lácteas
- Industrias alcohólicas
- Producción de zumos y bebidas



SECTOR NAVAL:

- Refrigeración del motor principal y auxiliar
- Refrigeración del aceite lubricante
- Recuperación de calor



Pol. Ind. GRANADA II Parc. AB/6 nave 13
48530 ORTUELLA - Bizkaia
Tfno.: 94 413 2560 - Fax: 94 446 7076
webmaster@indelcasa.es

Distribuidor:

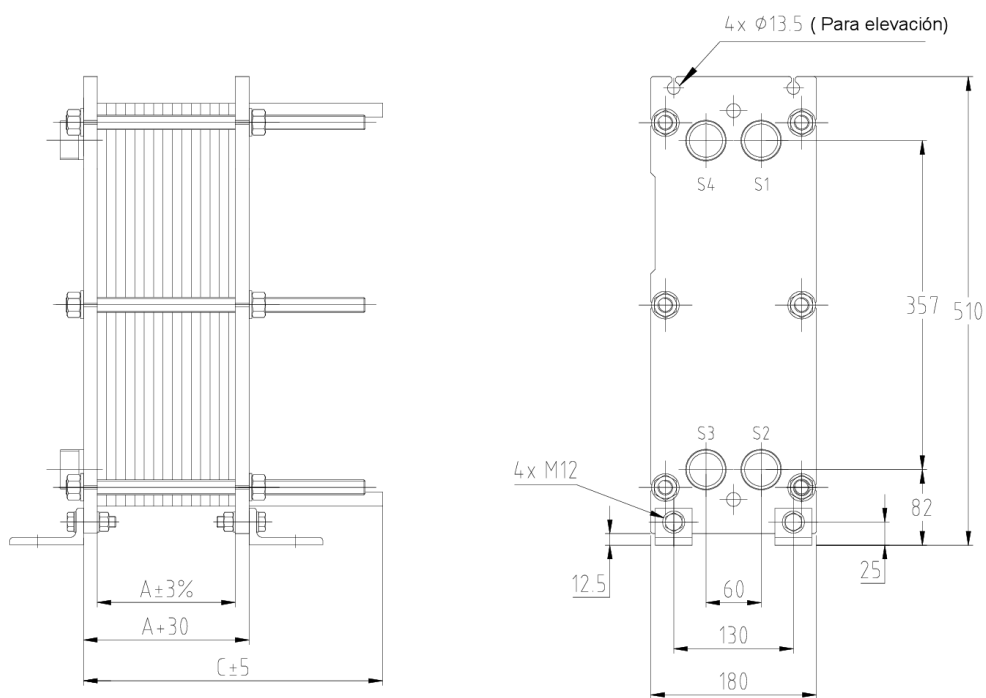
INSCXCAT0039160207-RO



INTERCAMBIADOR DE CALOR A PLACAS

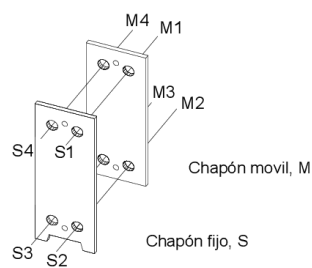
SC-N-4

DIMENSIONES, MM

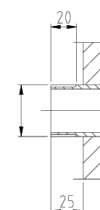


El intercambiador de calor a placas tiene 4 conexiones y deberá ser instalado con un espacio mínimo de 600 mm. a ambos lados para servicio de mantenimiento.

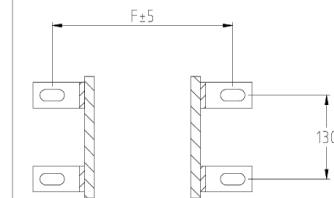
Sujeto a modificaciones sin previo aviso



Conexiones : Rosca 1 1/4" Macho



Para fijación al suelo utilizar p.e. L80x40x4 (no suministrado)





INDEL CASA
INGENIERIA DEL CALOR S/A

INTERCAMBIADOR DE CALOR A PLACAS

SC-N-4

DIMENSIONES, MM

| | |
|----------------------|---------------------------------------|
| Conexión estándar | Rosca Macho 1 1/4" |
| A-dimension | 3,1*n mm |
| C-dimension | LG mm |
| F-dimension | LG + 130 mm |
| Peso placa+junta (W) | AISI 304/316 0,6 mm Titanio 0,6 mm |
| | 0,25 kg 0,14 kg |
| Peso bastidor | 29+n*W kg |

| Max N° de placas | LT | LG | C | F |
|------------------|-----|-----|-----|-------|
| 15 | 120 | 120 | 120 | A+130 |
| 29 | 180 | 180 | 180 | A+130 |
| 61 | 325 | 325 | 325 | A+130 |
| 99 | 500 | 500 | 500 | A+130 |

LT_L = Longitud de los pernos
LG = Longitud de la barra guía
n = número de placas

| Máx. Número de placas | |
|-----------------------|----|
| AISI 304/316 0,6 mm | 99 |

Todos los datos están basados en placas con material AISI 304/316 y espesor 0,6 mm.

2. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CUERPO RASCADO



MAQUINARIA
INSTALACIONES DE FRIO



CUERPOS RASCADOS

Para estabilización Modelo POLAR

- Compresor semihermético, **con resistencia de cárter y presostato de aceite.**
- **Condensador refrigerado por aire** con recipiente de líquido y válvula de seguridad.
- **Evaporador de cuerpo rascado** con agitador-rascador con motorreductor, válvula de regulación de flujo, mirilla de control, aislamiento de poliuretano y revestimiento exterior con acero inoxidable.
- **Circuito frigorífico** realizado con tubo de cobre, filtro, electroválvula solenoide, válvula termostática de expansión y separador de líquido.
- **Bastidor único**, sobre el que está montado todo el equipo, dotado de ruedas para su desplazamiento.
- El equipo incluye la carga de gas refrigerante según normativa europea reglamento 2037/2000 y aceite anticongelable.
- **Cuadro eléctrico** 380 V / 50 Hz dotado de seccionador, 2 termostatos digitales, mandos, automatismos para el funcionamiento de: compresor, rascador, bomba de vino, y ventiladores del condensador. Incluye control presostático de condensación.



Av. de los Vinos, s/n - P.I. Alces - 13600 Alcázar de San Juan (Ciudad Real) - Tel. +34 926 55 02 00 - Fax +34 926 54 62 54
www.agrovin.com

1/2



MAQUINARIA

INSTALACIONES DE FRIO

CUERPOS RASCADOS

Para estabilización Modelo POLAR

Características Técnicas

| | POLAR 10 | POLAR 20 | POLAR 30 | POLAR 40 | POLAR 50 | POLAR 60 |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Potencia nominal (Frig/h) | 10.000 | 20.000 | 30.000 | 40.000 | 50.000 | 60.000 |
| Potencia compresores (KW / HP) | 5,5 / 7,5 | 14 / 20 | 18,5 / 25 | 27 / 35 | 30/40 | 2x18,5 / 2x25 |
| Potencia rascador (KW) | 1,5 | 1,5 | 3 | 3 | 3 | 2 x 3 |
| Potencia ventiladores (KW) | 2 x 0,20 | 2 x 0,72 | 3 x 0,72 | 3 x 0,72 | 4 x 0,72 | 6 x 0,72 |
| Potencia condensador Kcal/h (Kw) | 20.500 (23,8) | 54.100 (63) | 81.240 (94,5) | 105.320 (122) | 113.870 (132) | 2x81.240 (2x94,5) |
| Mosto o zumos de +25°C a +15°C (l/h) | 1.400 | 3.700 | 5.300 | 6.000 | 9.000 | 10.300 |
| Vino de +15°C a -5°C (l/h) | 430 | 1.000 | 1.500 | 1.900 | 2.400 | 3.000 |
| Gas | R404A | R404A | R404A | R404A | R404A | R404A |
| Número de cuerpos rascados | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Dimensiones (mm) | 1.800 550 1.700 | 2.300 830 2.000 | 3.800 830 2.000 | 3.800 830 2.000 | 4.800 830 2.000 | 3.800 1.670 1.950 |
| Peso (Kg) | 400 | 700 | 1.050 | 1.150 | 1.300 | 1.700 |
| Tipo montaje | Chasis sobre ruedas | Chasis sobre ruedas | Chasis sobre ruedas | Chasis sobre ruedas | Chasis sobre ruedas | Chasis sobre ruedas |



3. FILTRO DE PLACAS DE 40 X40



MAQUINARIA

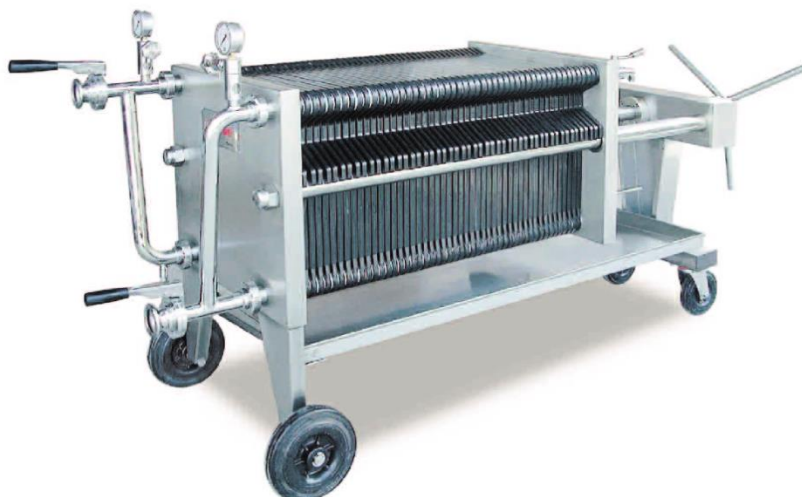
FILTRACIÓN Y CLARIFICACIÓN



FILTROS DE PLACAS

Filtro de placas 40x40 **Modelo KAPPA**

- Filtro de placas para los sectores enológico, químico y farmacéutico.
- La estructura del filtro permite realizar tanto una filtración clarificante como una filtración esterilizante, en función del tipo de placa seleccionada.
- Tanto el chasis como todas sus partes en contacto con el líquido se encuentran construidas en acero inoxidable.
- Las placas colectoras, construidas en material plástico son esterilizables mediante agua caliente.
- El filtro, opcionalmente, va equipado con una bomba centrífuga, independiente del chasis del filtro, con lo cual puede ser empleada para otras funciones distintas a la filtración.
- Para la filtración de líquidos carbónicos se utilizan los mismos filtros, pero reforzados para soportar mayores presiones.
- Las producciones varían en función del tipo de placa filtrante utilizada y de la densidad del producto.



Av. de los Vinos, s/n - Pl.Alces - 13600 Alcázar de San Juan (Ciudad Real) - Tel. +34 926 55 02 00 - Fax +34 926 54 62 54

www.agrovin.com

1/2

MAQUINARIA

FILTRACIÓN Y CLARIFICACIÓN

FILTROS DE PLACAS

Filtro de placas 40x40 Modelo KAPPA

Características Técnicas

| | KAPPA 3 | KAPPA 4 | KAPPA 5 | KAPPA 6 | KAPPA 7 | KAPPA 8 | KAPPA 9 | KAPPA 10 |
|---------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Nº elementos filtrantes | 12 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 |
| Superficie filtrante (m²) | 1,8 | 3,0 | 4,6 | 6,2 | 7,8 | 9,5 | 12,6 | 16 |
| Producción máxima (L/h) | 1.200 | 2.000 | 3.000 | 4.000 | 5.000 | 6.000 | 8.000 | 10.000 |
| Dimensiones | 950 | 950 | 950 | 950 | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 1.100 |
| Alto x Ancho x Largo (mm) | 660 1000 | 660 1.200 | 660 1.300 | 660 1.500 | 700 1.750 | 700 2.000 | 720 2.570 | 720 2.800 |
| Peso neto (Kg) | 136 | 148 | 162 | 176 | 220 | 234 | 262 | 390 |
| Potencia de la bomba (Hp) | 0,75 | 0,75 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 4,5 | 4,5 |
| Longitud eje soporte (mm) | 570 | 570 | 900 | 900 | 1.300 | 1.300 | 1.850 | 2.150 |
| Presión máx. de trabajo | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |



SERIE

KAPPA

KAPPA 8

**FILTRO A PIASTRE
PER CARTONI 400X400**
SHEET FILTER 400X400
FILTRE A PLAQUES 400X400
FILTRO DE PLACAS 400X400
SCHICHTENFILTER 400X400

spadoni

Chiusura
idraulica
motorizzata
Hydraulic
closing
system

Camera di
riconversione
Diversion
chamber for
double
filtration



FILTRO A PIASTRE "KAPPA"

- Unità realizzata in acciaio inossidabile AISI 304
- Piastre in noryl per filtrazione a basse pressioni con cartoni
- Valvole e tubazioni in AISI 304
- Manometri e specule visive
- Rubinetto prelevacampioni
- Chiusura del pacco filtrante mediante vite di contrasto
- Bacinella raccogliogocce inox

A RICHIESTA - Esecuzione AISI 316 - Camera di riconversione per doppia filtrazione - Pompa di alimentazione - Chiusura idraulica manuale o motorizzata - Piastre in acciaio inossidabile - Telai per filtrazione con coadiuvanti - Esecuzione rinforzata per pressioni fino a 5 bar



PLATE FILTER "KAPPA"

- Filtering unit in stainless steel AISI 304 made
- All plates are suitable for the use of cardboards at low working pressure - Valves and fittings in stainless steel AISI 304 made - Pressure gauges and sight-glasses - Sample-tap - Filtering plates package by adjustable mechanical screw - Drip collecting drip in stainless steel made. **UPON REQUEST (Optional)**
- Construction in stainless steel AISI 316 - Diversion chamber for double filtration - Feeding pump - Manual or motorized hydraulic closing system - Stainless steel filtering plates - Frames for D.E. filtration
- Special reinforced version suitable till 5 bar working pressure



FILTRO A PLACAS "KAPPA"

- Filtro realizado de acero inoxidable AISI 304 - Placas en noryl por filtración con cartones a bajas presiones - Válvulas y canerías en AISI 304 - Manómetros y espejuelos visuales - Grifo saca-muestras - Cierre del paquete filtrante a través de vida de contraste - Bandeja de recojida del goteo de acero inoxidable. **A SOLECITUD**
- Ejecución en AISI 316 - Placa de inversión por doble filtración - Bomba de alimentación - Cierre hidráulico manual o motorizada - Placas de acero inoxidable
- Telares por filtración con coadyuvantes
- Ejecución realizada por presiones hasta 5 bares



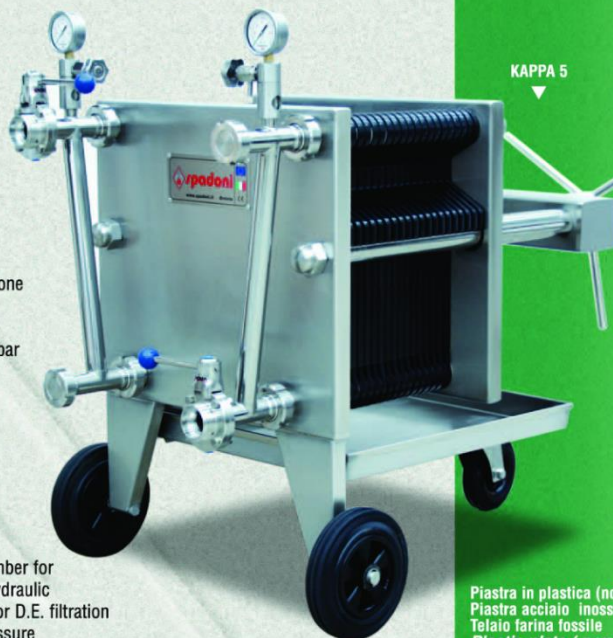
FILTRE A PLAQUES "KAPPA"

- Unité réalisée en acier inoxydable AISI 304 - Plaques en noryl pour filtration à basses pressions avec cartons
- Vannes et tuyauteries en AISI 304 - Manomètres et voyant - Robinet de prélèvement échantillons - Fermeture du paquet filtrant moyennant vis de contraste - Bac d'égouttage inox. **EN OPTION** - Exécution AISI 316 - Chambre de reconversion pour double filtration - Pompe d'alimentation
- Fermeture hydraulique manuelle ou motorisée - Plaques en acier inoxydable - Cadres pour filtration avec diatomées- Exécution renforcée pour des pressions jusqu'à 5 bars



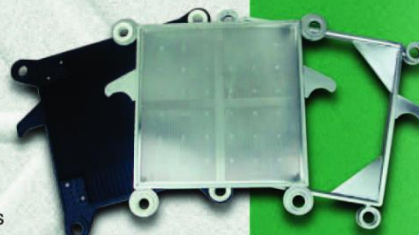
PLATTENFILTER "KAPPA"

- Aus Edelstahl AISI 304 verwirklichte Einheit. - Platten aus Noryl zur Niederdruckfiltration mit Kartons - Ventile und Leitungen aus Edelstahl AISI 304 - Druckmesser und Schaugläser - Probenentnahmehahn - Verschluss des Filterpakets durch Kontrastschraube - Abtropfwanne aus Edelstahl.
- AUF WUNSCH** - Ausführung aus AISI 316 - Umstellungskammer für Doppelfiltration - Speisepumpe - Manuelle oder motorisierte hydraulische Schließung - Platten aus Edelstahl - Rahmen zur Filtration mit Hilfsstoffen
- Verstärkte Ausführung für Drücke bis zu 5 Bar



KAPPA 5

Piastra in plastica (noryl)
Piastra acciaio inossidabile
Telaio farina fossile
Plastic plate (noryl)
Stainless steel filtering plate
Frame for D.E. filtration



spadoni

Meccanica Spadoni s.r.l.
Via dei Vinari, 7 (Zona Industriale)
05010 Orvieto - Italy
Tel. +39.0763.316181 r.a.
Fax +39.0763.316384
sspado@spadoni.it - www.spadoni.it



| MODELLO MODEL | SUP. FILTR. FILTERING SURFACE m² | | | (max.) mm | mm | mm |
|------------------|---|-----|--------|---------------|--------|--------|
| | | N° | N° min | | | |
| KAPPA 3 | 1,8 | 12 | 4 | 1200 | 660 | 950 |
| KAPPA 4 | 3,0 | 20 | 10 | | | |
| KAPPA 5 | 4,6 | 30 | 24 | 1500 | 660 | 950 |
| KAPPA 6 | 6,2 | 40 | 32 | | | |
| KAPPA 7 | 7,8 | 50 | 44 | 2000 | 700 | 1000 |
| KAPPA 8 | 9,5 | 60 | 52 | | | |
| KAPPA 9 | 12,6 | 80 | 64 | 2570 | 720 | 1100 |
| KAPPA 10 | 16,0 | 100 | 84 | 2800 | 720 | 1100 |

I dati non sono impegnativi. La ditta si riserva di apportare modifiche senza preavviso.
These data are not binding. The company reserves the right to make any alterations it deems necessary without prior warning.

4. BOMBA CENTRIFUGA

MXHL AISI 316L
Bombas multicelulares horizontales monobloc de acero inoxidable AISI 316L



Ejecución

Bombas multicelulares horizontales monobloc de acero inoxidable al cromo-níquel-molibdeno AISI 316L. Construcción compacta y robusta, sin brida sobresaliente y acoplamiento bomba motor único con pie soporte. Cuerpo bomba en una sola pieza, abierto por un solo lado (barrel casing), con boca de aspiración frontal sobre el eje de la bomba y boca de impulsión radial en la parte superior. Tapones de cebado y vaciado en posiciones medias, accesibles desde cada lado (como la tapa de bornes).

Aplicaciones

Para aprovisionamiento de agua. Para líquidos limpios, sin partes abrasivas, no agresivos para el acero inoxidable (con adaptación, bajo demanda, de los materiales del sello mecánico). Bomba universal, para uso doméstico, para aplicaciones civiles e industriales, para jardinería e irrigación.

Límites de empleo

Temperatura líquido de - 15 °C a + 110 °C.
Temperatura ambiente hasta 40 °C.
Presión máxima admitida en el cuerpo de la bomba: 8 bar.

Motor

Motor a inducción 2 polos, 50 Hz ($n = 2800$ 1/min).

MXHL: trifásico 230 / 400 V $\pm 10\%$.

MXHLM: monofásico 230 V $\pm 10\%$, con protector térmico. Condensador incorporado en la caja de bornes.

Aislamiento clase F.

Protección IP 54.

Clase alta eficiencia IE2 para motor trifásico a partir de 0,75 kW.

Ejecución según: IEC 60034;

IEC 60038;

IEC 60335-1, EN 60335-1;

IEC 60335-2-41, EN 60335-2-41;

Otras ejecuciones bajo demanda

Otras tensiones.

Frecuencia 60 Hz.

Protección IP 55.

Sello mecánico especial.

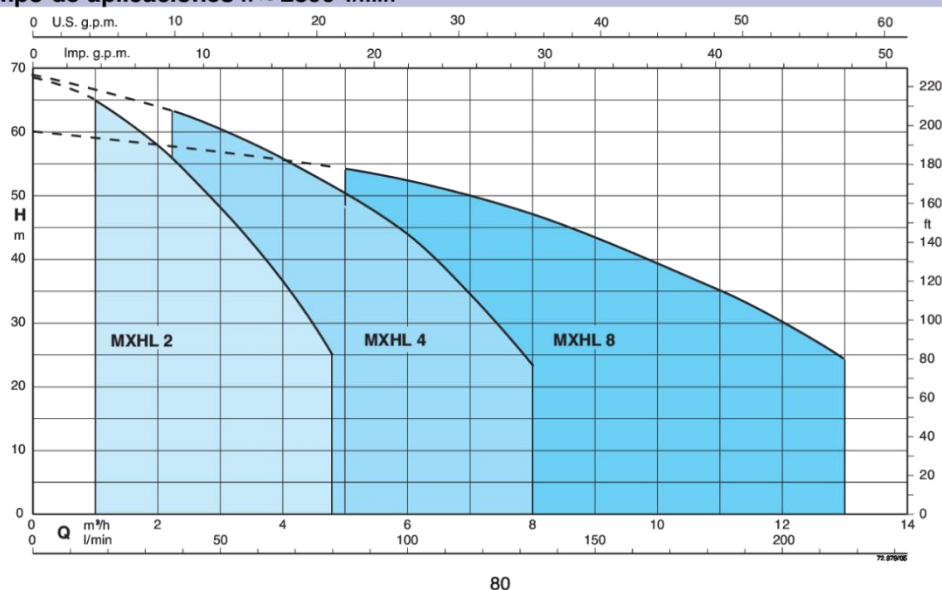
Anillos de cierre cuerpo bomba en FPM.

Para líquidos o ambientes con temperaturas más elevadas o más bajas.

Materiales

| Componentes | Materiales |
|---|---|
| Cuerpo bomba | Acero al Cr-Ni-Mo 1.4404 EN 10088 (AISI 316L) |
| Cuerpo elemento | Acero al Cr-Ni-Mo 1.4404 EN 10088 (AISI 316L) |
| Anillo de cierre rodete | PTFE |
| Rodete | Acero al Cr-Ni-Mo 1.4404 EN 10088 (AISI 316L) |
| Tapa del cuerpo | Acero al Cr-Ni-Mo 1.4404 EN 10088 (AISI 316L) |
| Manguito distanciador | Acero al Cr-Ni-Mo 1.4404 EN 10088 (AISI 316L) |
| Eje bomba | Acero al Cr-Ni-Mo 1.4404 EN 10088 (AISI 316L) |
| Tapón | Acero al Cr-Ni-Mo 1.4404 EN 10088 (AISI 316L) |
| Sello mecánico con alojamiento según ISO 3069 | Cerámica alúmina, carbón, EPDM (Otros materiales bajo demanda) |

Campo de aplicaciones $n \approx 2800$ 1/min



MXHL AISI 316L**Bombas multicelulares horizontales
monobloc de acero inoxidable AISI 316L****Prestaciones $n \approx 2800$ 1/min**

| 3 ~ 230 V 400 V | | | 1 ~ 230 V P ₁ | | | P ₂ | | Q | m ³ /h l/min | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|--------------------------|-----|------|----------------|------|--------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | A | A | | A | kW | kW | HP | | | | | | | | | | | | |
| MXHL 202E | 1,7 | 1 | MXHLM 202E | 2,3 | 0,5 | 0,33 | 0,45 | H m | | 0 | 16,6 | 25 | 33,3 | 41,6 | 50 | 58,3 | 66,6 | 70,8 | 80 |
| MXHL 203E | 2,4 | 1,4 | MXHLM 203E | 3 | 0,65 | 0,45 | 0,6 | | | 22 | 20,5 | 19,4 | 18 | 16,4 | 14,2 | 12 | 9,9 | 8,7 | 5,5 |
| MXHL 204/A | 2,8 | 1,6 | MXHLM 204/A | 4,2 | 0,9 | 0,55 | 0,75 | | | 33 | 31 | 29 | 27 | 24,5 | 21,7 | 18,6 | 15,5 | 13,8 | 9 |
| MXHL 205/A | 3,5 | 2 | MXHLM 205/A | 5,4 | 1,2 | 0,75 | 1 | | | 45 | 42,5 | 40,4 | 37,5 | 34,5 | 30,8 | 26,7 | 22,4 | 20,1 | 14,8 |
| MXHL 206/B | 4,7 | 2,7 | MXHLM 206 | 7,4 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | | | 57 | 53,5 | 50,5 | 47,5 | 43,5 | 39 | 34 | 28,5 | 25,8 | 19 |
| | | | | | | | | | | 68,5 | 65 | 61,5 | 58 | 53,5 | 48 | 43 | 36,5 | 33,5 | 25 |

7

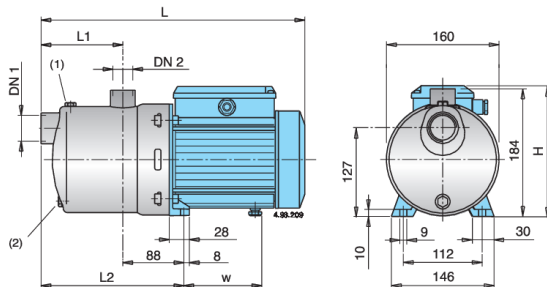
| 3 ~ 230 V 400 V | | | 1 ~ 230 V P ₁ | | P ₂ | | Q | m³/h l/min | 0 | 2,25 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|-----|-----|--------------------------|-----|----------------|------|------|---------------|------|------|----|------|------|------|------|------|-----|------|
| A | A | | A | kW | kW | HP | | | 0 | 37,5 | 50 | 58,3 | 66,6 | 75 | 83,3 | 100 | 116 | 133 |
| MXHL 402E | 2,4 | 1,4 | MXHLM 402E | 3 | 0,65 | 0,45 | 0,6 | H m | 22,5 | 20 | 19 | 18,5 | 17,5 | 16 | 15 | 12,5 | 9,5 | 6 |
| MXHL 403/A | 2,8 | 1,6 | MXHLM 403/A | 4,2 | 0,9 | 0,55 | 0,75 | | 33 | 30 | 29 | 27,5 | 26 | 24,5 | 23 | 19,5 | 15 | 9,5 |
| MXHL 404/A | 3,5 | 2 | MXHLM 404/A | 5,4 | 1,2 | 0,75 | 1 | | 44,5 | 40,5 | 38 | 36,5 | 35 | 33 | 31 | 26 | 20 | 12,5 |
| MXHL 405/B | 4,7 | 2,7 | MXHLM 405 | 7,4 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | | 56,5 | 52 | 50 | 47,5 | 45,5 | 43 | 40 | 33,5 | 26 | 16,5 |
| MXHL 406 | 6,2 | 3,6 | MXHLM 406 | 9,2 | 2 | 1,5 | 2 | | 68,5 | 63 | 60 | 58 | 56 | 53,5 | 51 | 44 | 35 | 23 |

| 3 ~ | | | 230 V | | 400 V | | 1 ~ | | | 230 V | | P ₁ | | P ₂ | | Q | m³/h l/min | 0 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|------------|-----|-----|-------------|-----|-------|------|-----|----|--|--------|------|----------------|------|----------------|------|------|---------------|----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | A | A | | A | A | kW | kW | HP | | | | | | | | | | 0 | 83,3 | 100 | 116 | 133 | 150 | 166 | 183 | 200 | 216 |
| MXHL 802/A | 3,5 | 2 | MXHLM 802/A | 5,4 | 1,2 | 0,75 | 1 | | | H m | 22,5 | 20,5 | 20 | 19 | 18 | 16,5 | 15 | 13 | 11 | 8,5 | | | | | | | |
| MXHL 803 | 5 | 2,9 | MXHLM 803 | 7,4 | 1,5 | 1,1 | 1,5 | | | | 36 | 32 | 30,5 | 29 | 27,5 | 25,5 | 23 | 20 | 17 | 14 | | | | | | | |
| MXHL 804 | 6,2 | 3,6 | MXHLM 804 | 9,2 | 2 | 1,5 | 2 | | | | 48 | 42,5 | 41 | 39 | 37 | 34,5 | 32 | 28 | 24 | 19,5 | | | | | | | |
| MXHL 805/A | 7,5 | 4,3 | | | | | | | | | 60 | 54 | 52 | 49,5 | 47 | 43,5 | 39,5 | 35 | 29,5 | 24 | | | | | | | |

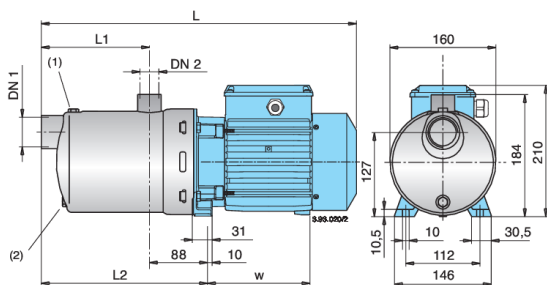
P_1 Máxima potencia absorbida.
 P_2 Potencia nominal del motor.

H Altura total en m.
 Tolerancias según ISO 9906, anexo A.

Resultados de las pruebas con agua fría y limpia, sin gas.
 Para el valor del NPSH se recomienda un margen de seguridad de + 0,5 m.

Dimensiones y pesos

| TIPO | DN1 | DN2 | mm | | | | | kg | |
|--------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
| | | | L | L1 | L2 | H | w | MXHL | MXHLM |
| MXHL 202E - MXHLM 202E | G 1 1/4 | G 1 | 331 | 94 | 182 | 176 | 98,5 | 6,8 | 6,9 |
| MXHL 203E - MXHLM 203E | G 1 1/4 | G 1 | 331 | 94 | 182 | 176 | 98,5 | 7,6 | 7,7 |
| MXHL 204/A - MXHLM 204/A | G 1 1/4 | G 1 | 381 | 118 | 206 | 193 | 112 | 10 | 11 |
| MXHL 205/A - MXHLM 205/A | G 1 1/4 | G 1 | 405 | 142 | 230 | 193 | 112 | 11,5 | 12,5 |
| MXHL 402E - MXHLM 402E | G 1 1/4 | G 1 | 331 | 94 | 182 | 176 | 98,5 | 7,6 | 7,7 |
| MXHL 403/A - MXHLM 403/A | G 1 1/4 | G 1 | 357 | 94 | 182 | 193 | 112 | 9,3 | 10,3 |
| MXHL 404/A - MXHLM 404/A | G 1 1/4 | G 1 | 381 | 118 | 206 | 193 | 112 | 10,8 | 11,8 |
| MXHL 802/A - MXHLM 802/A | G 1 1/2 | G 1 | 381 | 118 | 206 | 193 | 112 | 10,6 | 11,6 |



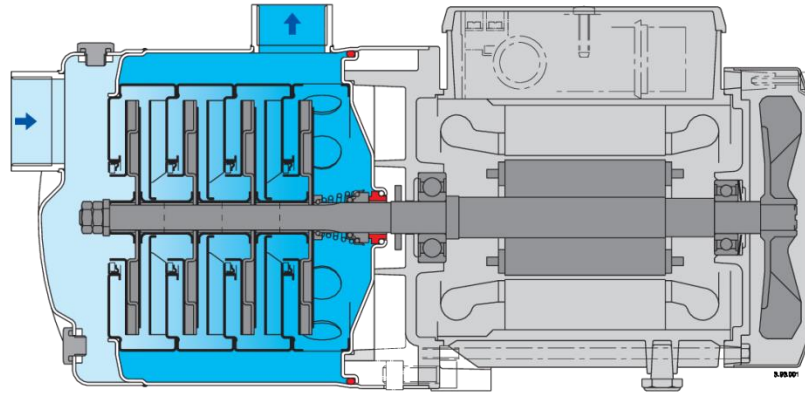
| TIPO | DN1 | DN2 | mm | | | | kg | |
|------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| | | | L | L1 | L2 | w | MXHL | MXHLM |
| MXHL 206/B - MXHLM 206 | G 1 1/4 | G 1 | 500 | 166 | 254 | 167 | 18,5 | 18,6 |
| MXHL 405/B - MXHLM 405 | G 1 1/4 | G 1 | 476 | 142 | 230 | 167 | 18 | 18 |
| MXHL 406 - MXHLM 406 | G 1 1/4 | G 1 | 500 | 166 | 254 | 167 | 19,5 | 20,5 |
| MXHL 803 - MXHLM 803 | G 1 1/2 | G 1 | 452 | 118 | 206 | 167 | 15,8 | 16,9 |
| MXHL 804 - MXHLM 804 | G 1 1/2 | G 1 | 482 | 148 | 236 | 167 | 18,2 | 19,2 |
| MXHL 805/A | G 1 1/2 | G 1 | 552 | 178 | 266 | 207 | 21,4 | - |

(1) Cebado (2) Vaciado

MXHL AISI 316L Bombas multicelulares horizontales monobloc de acero inoxidable AISI 316L



Características constructivas



■ Más seguridad

Contra el funcionamiento en seco, con la boca de aspiración sobre el eje de la bomba.

■ Fiable

Todas las partes hidráulicas en contacto con el líquido son de acero inoxidable.
Para líquidos de -15 °C a +110 °C.

■ Robusta

Cuerpo bomba de una sola pieza de grueso espesor, abierto por un solo lado.

■ Compacta

Acoplamiento bomba motor y base soporte de una sola pieza.
Sin brida sobresaliente.

■ Mayor protección

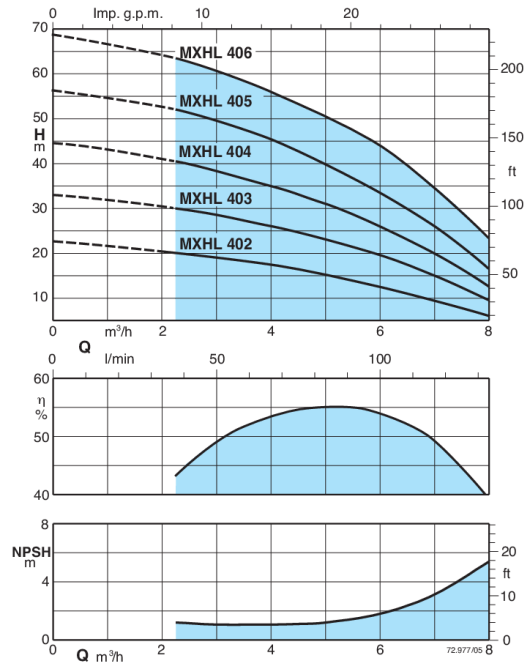
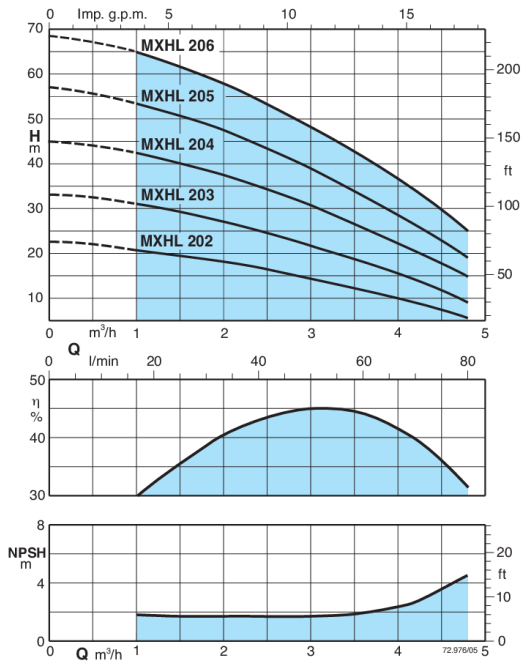
Contra las pérdidas del cierre, con la tapa de la bomba separada de la tapa del motor. Posibilidad de inspección del sello mecánico a través de la abertura lateral entre las dos paredes. Mayor protección contra la penetración del agua en el motor, obtenida por medio del cuerpo bomba prolongado sobre el acoplamiento.

MXHL AISI 316L

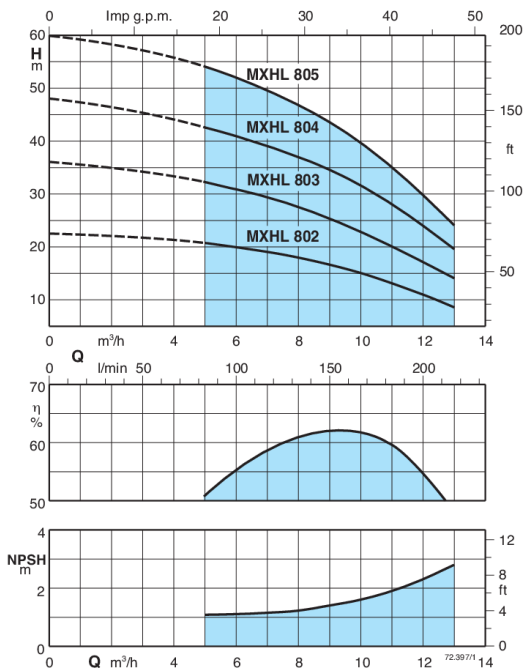
**Bombas multicelulares horizontales
monobloc de acero inoxidable AISI 316L**



Curvas Características $n \approx 2800$ 1/min



7



5. PLACAS FILTRANTES

FICHA TÉCNICA

P. FILTROX AF ST 130

Composición

Estas placas filtrantes son fabricadas con materias primas especialmente seleccionadas tales como celulosa purificada y blanca y coadyuvantes naturales inorgánicos de filtración. La poliamidoamina es utilizada como agente resistente.

Análisis químicos

| | Min. | Max. |
|--|------|------|
| Valor de caudal de agua (l/m ² min) | 45 | 56 |
| Peso por m ² (g/m ²) | 1300 | 1500 |
| Espesor (mm) | 3,7 | 3,9 |
| Densidad (g/cm ³) | 0,35 | 0,38 |
| Cenizas (%) | 42,5 | 47,5 |

Contenido en metales pesados referido a la recomendación XXXVI/1 de la Asociación de Industrias Alemanas para el Gas y el Agua (ley sobre la industria alimentaria y aspectos de uso práctico): < 50 ppm

***Empleo en enología**

Este grado de filtración es utilizado en empresas de bebidas para filtración estéril (reducción de microorganismos)

***Almacenamiento – Fecha de consumo preferente**

Las placas filtrantes están constituidas por materiales muy adsorbentes. Almacenar en un lugar seco y bien ventilado.

Fecha de consumo preferente: 10 años

Envase

Las placas filtrantes FILTROX están disponibles en distintos tamaños, empaquetados en cajas de cartón y embalados con plástico retráctil.

LC- 23.04.10



LAFFORT España – Txirrita Maleo 12 - Aptdo. 246 – 20100 - RENTERÍA (Guipúzcoa) - Telf: (+34) 943 344 068 - Fax: (+34) 943 344 281
www.laffort.com



**FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD
PLACAS FILTRANTES FILTROX**

Fecha: 01/01/08

Página: 1/2
Ind. Rev.: 1

1 – IDENTIFICACIÓN DE LA PREPARACIÓN Y DEL FABRICANTE

Nombre genérico: PLACAS FILTROX

Utilización de la sustancia: agente de filtración para vinos.

Proveedor: LAFFORT ESPAÑA

P.I. Txirrita Maleo, 12 20100-RENTERIA (GUIPÚZCOA) (ESPAÑA)

Teléfono: (943) 344068

Fax: (943) 344281

Teléfono de emergencia: contactar su hospital local (departamento de desintoxicación).

2 – COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES.

Papeles especiales prefabricados (penetra en profundidad), a base de celulosa, tierra de diatomeas natural (CAS n ° 61790-53-2, se va a sílice cristalina <el 1 % en forma de Cristobalita caso n ° 14464-46-1, Cuarzo CASO n ° 14808-60-7), perlita (CASO n ° 93763-70).

3 – IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Este producto contiene sílice cristalina (SC) que está considerada como nociva por inhalación.

IARC clasificó el SC como cancerígeno para el hombre (Grupo 1).

El SC es también una causa conocida de silicosis, enfermedad pulmonar no cancerosa.

Y resinas de fortalecimiento para la resistencia en el estado húmedo autorizadas en el sector alimentario.

Las materias contenidas en el producto no son nocivas comparado con el decreto que concierne a las materias peligrosas.

4 – PRIMEROS AUXILIOS

En caso de inhalación: traer el sujeto al aire libre, beber agua y sonarse para evacuar el polvo.

En caso de irritación de la piel: lavar con agua y jabón, y enjuagar cuidadosamente.

En caso de irritación de los ojos: enjuagar abundantemente y largamente al agua corriente. Si los síntomas persisten, consultar a un médico.

5 – MEDIDAS CONTRA INCENDIO

Utilizar los medios contra el incendio adaptados al medio ambiente.

Medios de extinción: el producto no arde.

6 – MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones individuales: llevar una máscara de protección P2; ventilación.

Precauciones del medio ambiente: ninguna medida especial. Conforme a las reglamentaciones locales.

Métodos de limpieza: utilizar aspiradores eficaces equipados de filtro HEPA.

A defecto, barrer después de humedecimiento.

7- MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación: ninguna regla en particular sobre seguridad. Evitar formar polvo.

Almacenamiento: en un lugar seco y sin olores.

8 – CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Medidas técnicas: en el estado seco, evitar formar polvo.

Equipo individual: no obligatorio, en el caso de una manipulación correcta del producto, los valores límites expresados aquí arriba padecen.

* Equipo general: limpieza de las ropas por aspiración, no cepillar. Llevar trajes ligeros.

LAFFORT

Página 2/2

Producto: PLACAS FILTROX

Fecha: 27/01/09

9 – PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico: cartón rígido

Color: blanco / color amarillo

Olor: inodoro, olor ligero de papel

Valor del pH: sin objeto

Punza relámpago y de inflamabilidad: sin objeto

Temperatura de inflamación: > 260°C

Auto inflamación: sin objeto

Límite inf. y sup. de explosión: sin objeto

Presión de vapor: sin objeto

Densidad: env. 0.3g / cm³

10 – ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estable en condiciones normales de utilización.

Incompatibilidades químicas: ácido fluorhídrico.

Sustancia de descomposición peligrosa: fluoruro de hidrógeno

11 – INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Efectos agudos sobre la salud: ningún conocido.

Efectos primarios irritantes: sobre los ojos: irritación ligera.

Toxicidad crónica: este producto contiene de la sílice cristalina (SC). Una exposición prolongada en el SC respirable puede provocar efectos irreversibles sobre los pulmones (silicosis) La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificó SC cancerígeno para el hombre. Mantener la exposición debajo del valor límite de polvo respirable (ver § 8).

12 – INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Ningún efecto negativo conocido

Este producto es no peligroso

Este producto es insoluble en el agua

13 – CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN

Las placas filtrantes serie L son concebidas de tal modo que directamente se pueda ponerlas en la descarga, o hacerlo el abono compuesto en la medida de las reglas locales vigentes. Esto no se refiere a las placas filtrantes en profundidades usadas.

La influencia del producto filtrado es aquí importante. N.º de clasificación de los residuos tiene que fijar con la sociedad llena de la recuperación de los productos.

14– INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

No peligroso.

15 – INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Ver sección nº2 - conformarse las Directivas CEE y disposiciones nacionales

Ningún peligro del medio ambiente.

16– OTRAS INFORMACIONES

Las informaciones apoyadas sobre esta ficha de dato de seguridad son consideradas, a la fecha de publicación como verdadera y correcta. Sin embargo la precisión y la exhaustividad de estas informaciones, así como todas reglamentaciones son dadas sin garantías.

Al estando las condiciones de utilización fuera del control de nuestra sociedad, le incumbe al usuario determinar las condiciones de la utilización segura de esta preparación.

"Informamos a los usuarios sobre los riesgos incurridos cuando un producto es utilizado a otros usos que aquellos por quien es concebido. El usuario debe conocer y aplicar el conjunto de la reglamentación que rige su actividad."

FIBRAFIX®

HOJAS DE FILTRACIÓN A PROFUNDIDAD



Para alimentos y aplicaciones industriales



Características

Los módulos de filtración a profundidad FIBRAFIX® representan una tecnología de filtración establecida para separación de sólidos de un líquido. El medio tridimensional asegura una capacidad superior de retención para partículas sólidas con una capacidad alta de flujo.

Los tamaños de los poros pueden estar lo suficientemente pequeños para detener el paso de las bacterias y producir un líquido estéril (retención logarítmica de bacterias es LRV 8). La capacidad de retención de tierra de las hojas de filtración FIBRAFIX® es de hasta 4kg por metro cuadrado. En el proceso de filtración, las partículas sólidas se van deteniendo y eventualmente son retenidas por la trayectoria turbulenta dentro del filtro y por las interacciones electroquímicas (<<de potencial zeta>>). Por medio de este mecanismo único, una capacidad alta (larga vida al filtro hasta que se sature) puede ser adquirida. Todos los materiales y material de alimentos son aprobados por la FDA.

Aplicaciones

Una amplia variedad de porosidades permite que los filtros sean usados para varias aplicaciones. Los grados de porosidad se encuentran disponibles desde las rígidas hasta las finas reductoras de gérmenes, hasta los que los remueven completamente (<<filtración estéril>>). Ejemplo de industrias que aplican:

- Biotecnología
- Refrescos (verveza, vino, sprits, jugos...)
- Cosméticos
- Encimas
- Químicos finos
- Extractos herbales o naturales
- Tintas, pinturas y pegamentos
- Intermediarios farmacéuticos
- Agua de proceso
- Solventes

Tamaños de la hoja

Las hojas FIBRAFIX® se encuentran disponibles en varios tamaños y formas hasta de 1215 x 2425 mm: cuadradas, rectangulares, redondas, con o sin hoyos, que se doblan, etc.

Grados disponibles

| Versión estándar | Versión de alta capacidad | Tasa de retención (µm) | |
|------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| FILTRODUR® | | | Hoja de Soporte |
| AF 6 | | 35 – 15 | Filtración Rígida |
| AF 9 | | 30 – 10 | |
| AF 15 | | 20 – 8.0 | |
| AF 20 | AF 21H | 15 – 6.0 | Filtración clarificadora |
| AF 30 | AF 31H (U3) | 12 – 5.0 | |
| AF 40 | AF 41H | 9.0 – 4.0 | |
| AF 50 | | 6.0 – 3.0 | |
| AF 70 | AF 71H | 3.0 – 1.5 | Filtración Fina |
| AF 100 | AF 101H | 1.5 – 0.6 | Filtración de reducción de gérmenes |
| AF ST 110 | | 0.8 – 0.5 | Filtración estéril |
| AF ST 130 | | 0.6 – 0.4 | |
| AF ST 140 | | 0.4 – 0.2 | |
| AF ST 150 | | 0.2 – 0.04 | |

*Provee una capacidad incrementada para sostener tierra para un tiempo funcional más largo.



Manejo

Las hojas de filtración a profundidad se usan en filtros de marcos y chapados, tal como el de la serie FILTROX® NOVO, las hojas deben de ser enjuagados anteriormente con 50 L/m². Un diferencial de presión entre la entrada y salida asegura que hay un flujo constante. Las hojas ya no son utilizadas cuando la presión diferencial excede un valor específico (1.0 - 2.5 dependiendo de la porosidad y del uso que se le está dando). En algunas aplicaciones las hojas pueden ser regeneradas como, por ejemplo, con una solución de soda cáustica. Favor de ver escritos especializados.

Condiciones de esterilización

Las hojas pueden ser esterilizadas por agua caliente (85° C) o vapor en línea (120° C).

Grados y parámetros recomendados

| Aplicación | Grado Recomendado | Tasa de flujo recomendado L/m²h | Máxima presión diferencial (bar) |
|---|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
|  | Hoja de soporte para filtración D.E. | FILTRODUR® | |
| | Filtración pulidora tras D.E. | AF 41H, AF 71H | 200 |
| | Reducción de gérmenes | AF 101H | 150 |
| | Filtración estéril | AF ST 110, AF ST 130 | 120 |
| | Para una larga vida almacenada | AF ST 140 | 100 |
|  | Filtración después de fermentación | AF 31H (U3) | 700...1000 |
| | Clarificación desués de refinación | AF 50 | 700...1000 |
| | Clarificación fina/reducción germen | AF 100, AF 101H | 700 |
| | Filtración estéril | AF ST 110, AF ST 130 | 350...400 |
|  | Prefiltración antes de la membrana | AF ST 140 | 300 |
| | Filtración Rígida/clarificadora | AF 6, AF 9, AF 15 S, AF 21H | 700...1000 |
| | Filtración fina | AF 50, AF 100 | 500...700 |
| | Antes de embotellamiento | AF 100, AF 101H | 500...700 |

Para otras aplicaciones, tal como de la producción intermediarios farmacéuticos, biotecnología, cosméticos, pintura, pegamento, solventes o extractos herbales, favor de contactar a sus especialistas o distribuidores locales.

Valor de retención bacterial (LRV)

El valor LRV de las hojas reductoras o removedoras de gérmenes:

| Tipo | Germen de evaluación | Carga | LRV |
|-------------|---|----------------------------|-----|
| AF 101 H | Reducción de gérmenes (reduciendo el no. de gérmenes en el filtrado) | | |
| AF ST 110 | Serratia marcescens | 1.0 X 10 ⁹ /cm² | >6 |
| AF ST 130 | Serratia marcescens | 1.0 X 10 ⁹ /cm² | >7 |
| AF ST 140 | Serratia marcescens | 1.0 X 10 ⁹ /cm² | >8 |
| AF ST 150 | Brevundimonas diminuta | 1.0 x 10 ⁹ /cm² | >8 |
| Test germs: | Serratia marcescens, ATCC 14756 Brevundimonas diminuta, ATCC 19146 | | |

Sello de calidad de FILTROX

- ISO 9001 (Quality management)
- ISO 14001 (Environmental management)
- FDA drug master file: # 16418

Evaluaciones externas a las hojas de filtración fueron realizadas y certificadas de acuerdo a:

- Los requerimientos CFR de la NamSA

FILTROX utiliza poliamidamina como un agente de fuerza húmedo en sus hojas de filtración. El instituto ISEGA para análisis de alimentos en Aschaffenburg (Alemania) realizó un examen para ver MCPD y DCP que se puedan extraer. Las hojas de filtración de FILTROX estaban debajo del nivel de detección de los métodos aprobados por CDP y MCPD.

Documentos de seguridad en EEUU

Documentos de seguridad para el FILTRODUR® 900 se puede descargar fácilmente del sitio de FILTROX. También se pueden ordenar por correo.

Materiales

Celulosa purificada y descolorada, poliamidamina (<3%). No contiene fibras de plástico, aditivos de filtración inorgánicos o formaldehído. Las hojas del filtro están libres de organismos modificados genéticamente y de otros alérgenos comunes.

Información de desecho

Las hojas puras pueden ser recicladas como papel o tiradas con la basura doméstica. Las hojas que estén contaminadas deberán de ser desechadas apropiadamente, dependiendo de la combinación que tengan.

Almacenamiento y condiciones de vida

Las hojas deberán de ser almacenadas en un lugar inodoro, seco y ventilado en su empaque original.

Recomendamos que utilice las hojas en los siguientes 36 meses después de comprarse.

Opciones

En situaciones donde la actividad de enzimas de alta celulosa, hojas de filtro resistentes a la celulosa (patente pendiente) se encuentran disponibles.

También se encuentran AF 15 o AF 71H en una versión con potencial zeta elevado: AF 15S y AF71S. La carga positiva adicional conlleva a una absorción más alta de partículas con cargas negativas, tal como moléculas de color. Para aplicaciones farmacéuticas recomendamos nuestras hojas de filtración PURAFIX® (con bajo índice de iones) o PURAFIX® P (con bajo índice de iones y pirógenos). Favor de contactar a su distribuidor local de FILTROX.

Su distribuidor FILTROX:

The information contained in this pamphlet is up-to-date at the time of release. However, each end user is requested to check the suitability of their product(s) with the types of filtration mentioned in this leaflet. Technical modifications are reserved.

FILTROX AG • CH-9001 St.Gallen/Switzerland • Phone +41 (0)71 272 91 11 Fax +41 (0)71 277 12 84 • filtron@filtron.ch • www.filtron.ch

33.6582.00413 C/30r

6. REFRIGERANTE R-404 A



eurorefrigerants®

FICHA TECNICA R-404 A

Características y aplicaciones

El R404A es una mezcla ternaria compuesta por R-125, R-143a y R-134a. Sus características termodinámicas lo constituyen como el sustituto ideal del R-502 para el sector de la refrigeración en nuevas instalaciones para bajas y medias temperaturas. El R-404A se caracteriza por su notable estabilidad química y de un bajo deslizamiento de temperatura (Glide), de 0,7°C. Su clasificación es **A1** grupo **L1**.

Su principal aplicación son las instalaciones nuevas para bajas y medias temperaturas.

También existe la posibilidad de reconvertir una instalación de R-502 a R-404A, eliminando el 95% del aceite mineral o alquilbencénico original, por un aceite polioléster. Es necesario cambiar el filtro secador (recomendable tamiz molecular XH9 y XH7), la válvula de expansión por una de R-404A, y sobredimensionar el condensador.

El R-404A es una mezcla de refrigerantes a base de HFC, los cuales no son compatibles con los lubricantes tradicionales que trabajaban con R-502. El único lubricante idóneo para utilizar con el R404A es el aceite polioléster(POE).

Toxicidad y almacenamiento:

El R-404A es muy poco tóxico incluso con exposiciones prolongadas de tiempo. El AEL (Allowable Exposure Limit) es de 1000 ppm (8 horas, TWA). Los envases del R-404A deben almacenarse en lugares frescos y ventilados lejos de fuentes de calor. Los vapores, en caso de fuga tienden a acumularse a nivel del suelo.



Componentes

| Nombre químico | % en peso | Nº . CE |
|------------------------------------|-----------|-----------|
| 1,1,1,2- Tetrafluoroetano (R-134a) | 4 | 212-377-0 |
| Pentafluoroetano (R-125) | 44 | 206-557-8 |
| 1,1,1-Trifluoroetano (R-143a) | 52 | 206-996-5 |

Propiedades físicas:

| PROPIEDADES FISICAS | | R-404 A |
|---|-----------|--------------|
| Peso molecular | (g/mol) | 97.61 |
| Temperatura ebullición a (1,013 bar) | (°C) | -46.45 |
| Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar) | (K) | 0.7 |
| Temperatura crítica | (°C) | 72.07 |
| Presión crítica | (bar abs) | 37.31 |
| Densidad crítica | (Kg/m³) | 484 |
| Densidad del líquido (25°C) | (Kg/m³) | 1048 |
| Densidad del líquido (-25°C) | (Kg/m³) | 1236 |
| Densidad del vapor saturado (a 1,013 bar) | (Kg/m³) | 5.41 |
| Presión del vapor (25°C) | (bar abs) | 12.42 |
| Presión del vapor (-25°C) | (bar abs) | 2.49 |
| Calor latente de vaporización (a 1,013 bar) | (KJ/Kg) | 200 |
| Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar) | (KJ/Kg.K) | 1.64 |
| Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar) | (KJ/Kg.K) | 0.88 |
| Conductibilidad térmica del líquido (25°C) | (W/mk) | 0.064 |
| Conductibilidad térmica del vapor (1,013 bar) | (W/mk) | 0.0143 |
| Solubilidad con el agua (25°C) | (ppm) | Despreciable |
| Límite de inflamabilidad (25°C) | (% vol) | Ninguno |
| Toxicidad (AEL) | (ppm) | 1000 |
| ODP | - | 0 |
| GWP | - | 3780 |

Comparativa de rendimientos entre el R-404A y el R-502:

Las propiedades termodinámicas del R-404A son muy similares a las del R-502, esto queda evidenciado en el siguiente ejemplo:

Las condiciones operativas simulan un ciclo real a media temperatura, típico de la refrigeración comercial.

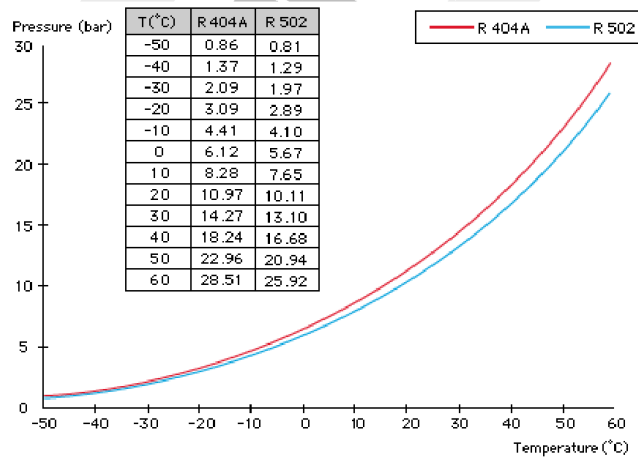
1. Temperatura a la entrada del Evaporador: -25°C
2. Temperatura a la entrada del Condensador: 45°C
3. Subenfriamiento: 5°C
4. Sobrecalentamiento: 45°C
5. Coeficiente de Compresión Isoentrópica

gas-servei,s.a.

eurorefrigerants®

| Ejemplo de un ciclo de refrigeración comercial | R-404A | R-502 |
|--|--------|-------|
| Presión de evaporación (bar) | 2.54 | 2.4 |
| Presión de condensación (bar) | 20.36 | 18.72 |
| Trabajo de compresión | 8 | 7.8 |
| Temperatura de descarga (°C) | 95 | 102 |
| COP | 1.8 | 1.9 |
| Capacidad neta de refrigeración (KJ/Kg) | 97 | 95 |
| Capacidad volumétrica de refig. (KJ/Kg) | 1027 | 1039 |
| Temperatura deslizamiento (evap.) (°C) | 0.5 | 0 |
| Temperatura deslizamiento (cond.) (°C) | 0.3 | 0 |

Gráfica comparativa temperatura/presión del R-502– R-404A:



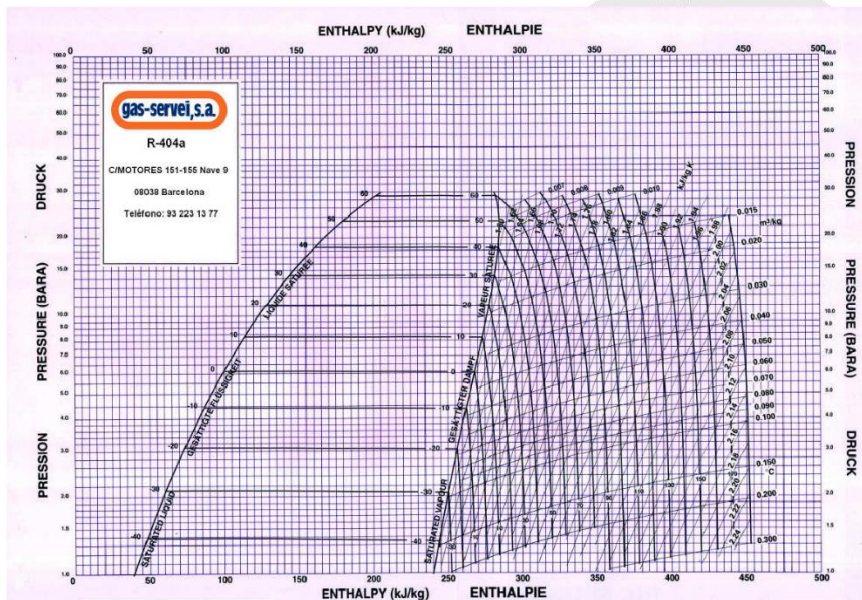


| TEMP. (°C) | PRESION ABSOLUTA (bar) | | DENSIDAD (Kg/m³) | | ENTALPIA (kJ/Kg) | | ENTROPIA (kJ/Kg.K) | |
|---------------|---------------------------|-------|------------------|--------|------------------|--------|--------------------|--------|
| | BURBUJA | ROCIO | BURBUJA | ROCIO | BURBUJA | ROCIO | BURBUJA | ROCIO |
| -50 | 0.85 | 0.82 | 1319.99 | 4.49 | 135.68 | 337.63 | 0.8120 | 1.7191 |
| -45 | 1.09 | 1.05 | 1304.99 | 5.64 | 141.64 | 340.80 | 0.8384 | 1.7131 |
| -40 | 1.36 | 1.32 | 1289.70 | 7.01 | 147.68 | 343.95 | 0.8644 | 1.7079 |
| -35 | 1.70 | 1.65 | 1274.09 | 8.62 | 153.79 | 347.07 | 0.8902 | 1.7034 |
| -30 | 2.09 | 2.04 | 1258.12 | 10.52 | 159.97 | 350.15 | 0.9158 | 1.6993 |
| -25 | 2.55 | 2.49 | 1241.76 | 12.73 | 166.24 | 353.18 | 0.9412 | 1.6958 |
| -20 | 3.08 | 3.01 | 1224.97 | 15.30 | 172.60 | 356.16 | 0.9664 | 1.6926 |
| -15 | 3.70 | 3.62 | 1207.70 | 18.25 | 179.04 | 359.07 | 0.9914 | 1.6898 |
| -10 | 4.40 | 4.32 | 1189.90 | 21.66 | 185.57 | 361.90 | 1.0162 | 1.6873 |
| -5 | 5.20 | 5.11 | 1171.52 | 25.55 | 192.20 | 364.65 | 1.0409 | 1.6849 |
| 0 | 6.11 | 6.01 | 1152.51 | 30.00 | 198.92 | 367.31 | 1.0655 | 1.6827 |
| 5 | 7.13 | 7.03 | 1132.78 | 35.07 | 205.76 | 369.86 | 1.0899 | 1.6806 |
| 10 | 8.28 | 8.16 | 1112.27 | 40.38 | 212.70 | 372.28 | 1.1143 | 1.6765 |
| 15 | 9.55 | 9.43 | 1090.89 | 47.38 | 219.77 | 374.57 | 1.1387 | 1.6743 |
| 20 | 10.97 | 10.84 | 1068.53 | 54.82 | 226.97 | 376.71 | 1.1630 | 1.6720 |
| 25 | 12.54 | 12.40 | 1045.08 | 63.28 | 234.32 | 378.68 | 1.1873 | 1.6695 |
| 30 | 14.25 | 14.12 | 1020.38 | 72.89 | 241.82 | 380.47 | 1.2117 | 1.6667 |
| 35 | 16.16 | 16.01 | 994.26 | 83.86 | 249.50 | 382.03 | 1.2362 | 1.6636 |
| 40 | 18.23 | 18.08 | 966.50 | 96.39 | 257.39 | 383.35 | 1.2609 | 1.6611 |
| 45 | 20.49 | 20.34 | 936.81 | 110.80 | 265.51 | 384.38 | 1.2859 | 1.6595 |
| 50 | 22.95 | 22.80 | 904.81 | 127.46 | 273.91 | 385.08 | 1.3113 | 1.6556 |



eurorefrigerants®

Diagrama de Mollier:





FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Revisión Marzo 2012

Fecha 05.03.2012

1 IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA/DEL PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD/EMPRESA

1.1. Identificación del producto

Identificación de la sustancia
Nombre comercial: **R-404A**
Tipo de producto y uso: Gas refrigerante,

1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Uso recomendado:
Gas refrigerante

1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Distribuidor:
GAS-SERVEI, SA.
C/ Motores, 151-155 nave nº 9
08038 Barceona
ESPAÑA
Tel: +34 (93) 2231377
Fax: +34 (93) 2231479
www.gas-servei.com

Persona competente responsable de la ficha de datos de seguridad:
gas-servei@gas-servei.com


1.4. Teléfono de emergencia

+ 34 609305378

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Criterios de las Directivas 67/548/CE, 99/45/CE siguientes actualizaciones:
Propiedades / Símbolos:
Ninguna..

Criterios Reglamentación CE 1272/2008 (Clasificación, Etiquetado y Empacado):
 Atención, Liquef. Gas, Contiene gas a presión

Efectos físico-químicos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente:
Ningún otro riesgo

2.2. Elementos de la etiqueta

Símbolos:



Atención

Indicaciones de Peligro:

H280 Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.

Consejos de Prudencia:

P410+P403 Proteger de la luz del sol. Almacenar en un lugar bien ventilado.

Disposiciones especiales:

Ninguna.

Revisión marzo 2012

Página 1 de 9

Fecha: 05.03.2012

**FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD**

El preparado no se considera peligroso, de acuerdo con el Directiva 1999/45/CE y sucesivas modificaciones.

2.3. Otros peligros

Sustancias vPvB: Ninguna. - Sustancias PBT: Ninguna.

Otros riesgos:

El contacto directo con el líquido puede provocar congelaciones.

El producto contiene gases fluorados de efecto invernadero cubierto por el protocolo de Kyoto sobre el cambio climático.

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES**Mezcla**

| Componentes | Conc. (% w/w) | Nº CAS | Nº CE | Nº Index CEE | REACH nº | Símbolo(s) del peligro y declaración del peligro | |
|--|------------------|----------|-----------|-----------------|---------------------------|---|------------------------------|
| | | | | | | Reglamento CE N°1272/2008 | 67/548/CE o 1999/45/CE |
| 1,1,1-Trifluoroetano (HFC R143a) | 52 | 420-46-2 | 206-996-5 | N/A | 01-2119492869- 13-0000 | 2.2/1 Flam. Gas 1 H220 2.5 Press. Gas H280 | F+; R12; |
| 1,1,1,2,2-Pentafluoroetano (HFC R125) | 44 | 354-33-6 | 206-557-8 | N/A | 01-2119485636- 25-0000 | 2.5 Press. Gas H280 | N.A. |
| 1,1,1,2-Tetrafluoroetano (HFC R134a) | 4 | 811-97-2 | 212-377-0 | N/A | 01-2119459374- 33-0000 | 2.5 Press. Gas H280 | N.A. |

4. PRIMEROS AUXILIOS**4.1. Descripción de las medidas de primeros auxilios**

Para exposiciones al líquido, la recomendación de primeros auxilios dada para contacto con la piel, contacto con los ojos e ingestión, es igualmente aplicable. Ver también sección 11.

En caso de contacto con la piel:

Descongelar las zonas afectadas con agua. Quitar la ropa contaminada.

Atención: la ropa puede adherirse a la piel en el caso de quemaduras por congelación. En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua caliente. Si se produce irritación o bien se forman ampollas, acudir al médico.

En caso de contacto con los ojos:

Irrigar inmediatamente con solución lavaojos o con agua clara, manteniendo los párpados separados, durante 10 minutos como mínimo. Acudir al médico inmediatamente.

En caso de ingestión:

Ruta de exposición improbable. No provocar el vómito. En el supuesto que el paciente esté consciente, lavar la boca con agua y dar de beber 200-300ml de agua.

Acudir al médico inmediatamente.

En caso de inhalación:

Apartar al paciente del lugar de exposición; sacarlo al aire libre, mantenerlo abrigado y en reposo. Administrar oxígeno si es necesario. Aplicar la respiración artificial si fuera necesario. En la eventualidad de paro cardíaco, aplicar masaje cardíaco externo. Acudir al médico inmediatamente.





FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

4.2. Síntomas y efectos más importantes, agudos o retardados

El contacto directo con el líquido puede provocar congelaciones

4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Tratamiento sintomático y terapia de apoyo, según resulte indicado.

Después de una exposición debe evitarse la administración de adrenalina u otras drogas simpatomiméticas similares, ya que puede producirse una arritmia cardíaca con un posible paro cardíaco posterior.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

General

El HFC R-404A no es inflamable en el aire en condiciones normales de temperatura y presión. Ciertas mezclas de HFC R-404A y aire bajo presión pueden resultar inflamables. Deben evitarse las mezclas de HFC R-404A y aire bajo presión. Ciertas mezclas HFC y cloro pueden ser inflamables o reactivas en determinadas condiciones. La descomposición térmica desprende vapores muy tóxicos y corrosivos (Fluoruro de hidrógeno) Los envases pueden reventar si se sobrecalientan.

5.1. Medios de extinción

Medios de extinción apropiados:

Agua, Dióxido de carbono (CO₂),

Medios de extinción que no se deben utilizar por motivos de seguridad:

Ninguno en particular.

5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No inhalar los gases producidos por la explosión y por la combustión.

5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Utilizar equipos respiratorios apropiados.

Recoger por separado el agua contaminada utilizada para extinguir el incendio. No descargarla en la red de alcantarillado.

Si es posible, desde el punto de vista de la seguridad, retirar de inmediato del área los contenedores no dañados.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

6.1. Precauciones, dispositivos de protección individual y procedimientos de emergencia

Evacuar el personal a zonas seguras. Utilizar equipos de respiración autónoma y protección personal adecuada durante la eliminación de los derrames.

Consultar las medidas de protección expuestas en los puntos 7 y 8.

6.2. Precauciones relativas al medio ambiente

Evitar que el producto penetre en el suelo/subsuelo. Evitar que penetre en aguas superficiales o en el alcantarillado.

Conservar el agua de lavado contaminada y eliminarla.

En caso de fuga de gas o penetración en cursos de agua, suelo o sistema de alcantarillado, informar a las autoridades responsables.

Material apropiado para la recogida: material absorbente, orgánico, arena.

6.3. Métodos y material de contención y de limpieza

Lavar con abundante agua.

6.4. Referencia a otras secciones

Véanse también los apartados 8 y 13.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

7.1. Precauciones para la manipulación segura

Los gases comprimidos sólo deben ser manipulados por personal experimentado y adecuadamente formado. No quitar ni rasgar las etiquetas del envase donde se especifica la identificación del producto. No usar nunca fuego directo o resistencias para aumentar la presión en el envase. No insertar objetos punzantes en las aberturas del protector de la válvula, que podrían deteriorar la misma provocando fugas. Evítese la inhalación de altas concentraciones de vapores. Las concentraciones en la atmósfera deben controlarse para que cumplan con el Límite de Exposición Ocupacional. Mediante buenas prácticas de higiene ocupacional, se pueden conseguir concentraciones en la atmósfera notablemente inferiores al límite de exposición ocupacional. El vapor es más pesado que el aire. Cuando la ventilación es insuficiente, en las partes bajas pueden acumularse concentraciones elevadas. En estos casos disponer de ventilación adecuada o bien usar un equipo de protección respiratoria apropiado con presión positiva de aire.

Evítese el contacto con el fuego directo y las superficies calientes, ya que pueden formarse productos de descomposición corrosivos y muy tóxicos.
Evitar el contacto de líquido con la piel y los ojos.

Para obtener la composición correcta del refrigerante, los sistemas deben cargarse usando la fase líquida y no la fase vapor.

Evitar el venteo a la atmósfera.

Los gases fluorados de efecto invernadero deben ser suministrados en contenedores retornables (bidones/cilindros). El contenedor contiene gases fluorados de efecto invernadero cubiertos por el Protocolo de Kyoto. Los gases fluorados de efecto invernadero no pueden ser venteados a la atmósfera. Reglamento (EC) N° 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.

7.2. Condiciones para un almacenamiento seguro, comprendidas eventuales incompatibilidades

Mantener alejado de comidas, bebidas y piensos.

Materias incompatibles:

No permitir que la temperatura de almacenamiento alcance los 50°C (122 °F)

Indicaciones para los locales:

Locales adecuadamente aireados.

7.3. Uso/s final/es específico/s

Sujeto a la reglamentación de los Estados Miembro, los usos en los que se puede aplicar son los siguientes: refrigerante, agente espumante.

Clasificación de seguridad **A1/A1 Grupo L1**

7.4. Riesgos del proceso

La transferencia de refrigerante líquido de los envases de refrigerante a los sistemas y desde los sistemas puede ocasionar la generación de electricidad estática. Asegúrese de que existe una conexión a tierra adecuada.

Ciertas mezclas de HFC y cloro pueden ser inflamables o reactivas en determinadas condiciones.

Debe prestarse atención a mitigar el riesgo de desarrollar altas presiones en sistemas, causadas por un aumento de la temperatura cuando el líquido queda atrapado entre válvulas cerradas o en casos en que los recipientes han sido llenados en exceso.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

8. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

8.1. Parámetros de control

| Límites de Exposición Ocupacional | CAS | VLA-ED (8 h ppm) | VLA- ED (8 h mg/m ³) | VLA- EC (15m. ppm) | VLA-EC (15m. g/m ³) | Nota |
|-----------------------------------|----------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------|
| 1,1,1,2-Tetrafluoroetano (R 134a) | 811-97-2 | 1000 | 4240 | - | - | WEL |
| 1,1,1,2,2-Pentafluoroetano (R125) | 354-33-6 | 1000 | | | | COM |
| 1,1,1-Trifluoroetano (R143a) | 420-46-2 | 1000 | | | | COM |



8.2. Controles de la exposición

Protección de los ojos:

Se aconseja el uso de gafas de protección durante la manipulación de envases.

Protección de la piel:

Durante la manipulación de envases se aconseja el uso de zapatos de protección.

Protección de las manos:

Para el trabajo con envases se aconsejan guantes reforzados.

Protección respiratoria:

Para respirar en atmósfera deficiente de oxígeno debe usarse un equipo de respiración autónomo o una línea de aire con presión positiva y máscara. Los respiradores purificadores del aire no dan protección. Los usuarios de los equipos de respiración autónomos deben ser entrenados.

Riesgos térmicos:

Usar guantes termo aislantes

Controles de la exposición ambiental:

Asegurarse de una ventilación adecuada, especialmente en locales cerrados.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1. Información sobre las propiedades físicas y químicas generales

| | |
|---|---|
| Aspecto y color: | Gas líquido, incoloro. |
| Olor: | Similar al éter |
| Umbral de olor: | N.A. |
| Punto de fusión/congelación: | N.A. |
| Punto de ebullición inicial e | |
| Intervalo de ebullición: | -47,2 a -46,4° C (1013 hPa) |
| Inflamabilidad sólidos/gases: | N.A. |
| Límite superior/inferior de inflamabilidad o explosión: | No aplicable |
| Densidad de los vapores: | 3.42 a la temperatura del punto de burbuja (aire = 1) |
| Punto de inflamación: | N.A. |
| Velocidad de evaporación: | N.A. |
| Presión de vapor: | 8270 mmHg (20°C) |
| Densidad relativa: | Líquido 1.06 g/ml (20°C) |
| Hidrosolubilidad: | Insoluble |
| Liposolubilidad: | Soluble en alcoholes, disolventes clorados y ésteres |
| Coefficiente de reparto (n-octanol/agua): | N.A. |
| Temperatura de autoencendido: | N.D. |
| Temperatura de descomposición: | N.A. |
| Propiedades explosivas: | N.A. |
| Propiedades comburentes: | N.A. |



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

9.2. Otra información

| | |
|---|----------|
| Miscibilidad: | N.A. |
| Liposolubilidad: | N.A. |
| Conductibilidad: | N.A. |
| Propiedades características de los grupos de sustancias | N.A. |
| Temperatura crítica: | 72.07 °C |
| Presión crítica: | 3731 kPa |

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1. Reactividad

Estable en condiciones normales

10.2. Estabilidad química

Estable en condiciones normales

10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas

Ciertas mezclas de HFC y cloro pueden ser inflamables o reactivas en determinadas condiciones.

10.4. Condiciones que se deben evitar

Álcalis y metales alcalinoterreos –aluminio en polvo, cinc, etc.

10.5. Materiales incompatibles

Metales finamente divididos, magnesio y aleaciones conteniendo más de un 2% de magnesio puede reaccionar violentamente, si entra en contacto con metales alcalinos y metales alcalinoterreos, sodio, potasio, bario.

10.6. Productos de descomposición peligrosos

Fluoruro de hidrógeno por descomposición térmica e hidrólisis.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1. Información sobre efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

Inhalación

1,1,1,2-Tetrafluoroetano (R-134a): CL 50 / 4h / rata:> 2 085 mg / l

Pentafluoroetano (R-125) : ALC / 4h / rata:> 3 480 mg. / l

1,1,1-Trifluoroetano (R-143a) : CL 50 / 4h / rata:> 1 856 mg. / l

Altas exposiciones pueden ocasionar un ritmo cardíaco anómalo y pueden resultar repentinamente fatales. Concentraciones atmosféricas muy altas pueden producir efectos anestésicos y asfixia.

Contacto con la piel

Las salpicaduras del líquido o las pulverizaciones pueden causar quemaduras por frío. Es improbable que sea peligroso por absorción a través de la piel.

Contacto con los ojos

Las salpicaduras del líquido o las pulverizaciones puede causar quemaduras por frío.

Ingestión

Es muy improbable – pero si ocurriera esto, produciría quemaduras por frío.

Exposición a largo plazo

HFC 143a : Un estudio de inhalación en animales ha mostrado que exposiciones repetidas no producen efectos significativos (40000 ppm en ratas)



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

HFC 125: Un estudio de inhalación en animales ha mostrado que exposiciones repetidas no producen efectos significativos (50000ppm en ratas)

HFC 134a : Un estudio de inhalación en el curso de la vida de unas ratas ha demostrado que la exposición a 50000 ppm produce tumores benignos en los testículos. El aumento de la incidencia de tumores se observó únicamente tras una exposición prolongada a cantidades elevadas, y se considera que no es pertinente para seres humanos expuestos al HFC 134a al límite de exposición ocupacional o por debajo de éste.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

12.1. Toxicidad

Utilícese con técnicas de trabajo adecuadas, evitando la dispersión del producto en el medio ambiente.

Toxicidad aguda:

R-134a : CL 50 / 96h / Trucha irisada: 450 mg / l

R-134a : CE 50 / 48h / Daphnia: 980 mg / l

R-143a : CL 50 / 96h / Trucha irisada: > 100 mg / l

R-143a : CE 50 / 48h / Daphnia: 300 mg / l

R-125 : CL 50 / 96h / Trucha irisada: >81,8 mg / l

R-125: CE 50 / 48h / Daphnia: >200 mg / l

12.2. Persistencia y degradabilidad

HFC R-143a: Se descompone lentamente en la atmósfera inferior (troposfera).

El tiempo de permanencia en la atmósfera es de 52 años.

HFC R-125 : Se descompone lentamente en la atmósfera inferior (troposfera).

El tiempo de permanencia en la atmósfera es de 29 años.

HFC R-134a : Se descompone de una forma relativamente rápida en la atmósfera inferior

(troposfera). El tiempo de permanencia en la atmósfera es de 14 años.

R-404A : No tiene influencia sobre la niebla fotoquímica (es decir, no es un COV según la definición del acuerdo de la UNECE). No degrada el ozono.

Tiene un Potencial de Calentamiento Global (GWP) de 3784 (relativo al valor 1 del dióxido de carbono en 100 años) de acuerdo con el Anexo I del Reglamento 842/2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero. Los valores en el Anexo I están tomados del tercer reporte de asesoramiento (TAR) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (valores 2001 IPCC GWP). La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC) reporta un valor GWP de 3260

12.3. Potencial de bioacumulación

N.D.

12.4. Movilidad en el suelo

N.D.

12.5. Resultados de la evaluación PBT y vPvB

Sustancias vPvB: Ninguna. - Sustancias PBT: Ninguna.

12.6. Otros efectos adversos

Ninguno

12.7. Información adicional

Contiene gases fluorados de efecto invernadero cubiertos por el Protocolo de Kyoto.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

13.1. Métodos para el tratamiento de residuos

Recuperarlo y reciclarlo. Si esto no es posible, la destrucción deberá llevarse a cabo en unas instalaciones adecuadas, equipadas y autorizadas para esta actividad.



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

14.1. Número ONU

| | |
|------------------|------|
| ADR-Número ONU: | 3337 |
| IATA-Número ONU: | 3337 |
| IMDG-Número ONU: | 3337 |

14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| ADR - Nombre expedición : | GAS REFRIGERANTE R-404A |
| IATA - Nombre técnico: | GAS REFRIGERANTE R-404A |
| IMDG - Nombre técnico: | GAS REFRIGERANTE R-404A |

14.3. Clase/s de peligro para el transporte

| | |
|--|-----|
| ADR-clase: | 2 |
| ADR-Etiqueta: | 2.2 |
| ADR-código de clasificación | 2A |
| ADR-Número de identificación de peligro: | 20 |
| IATA-Clase: | 2.2 |
| IATA-Etiqueta: | 2.2 |
| IMDG-Clase: | 2.2 |
| IMDG-Etiqueta: | 2.2 |



14.4. Grupo de embalaje

N.A.

14.5. Peligros para el medio ambiente

Contaminante marino: No

14.6. Precauciones particulares para los usuarios

| | |
|-------------------------------------|----------|
| ADR-Código de restricción en túnel: | (C/E) |
| Ferroviario (RID): | 3337 |
| IMDG-EMS: | F-C, S-V |

14.7. Transporte de graneles según el anexo II de MARPOL 73/78 y el código IBC

N.A.

15. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Directiva 67/548/EEC (Clasificación, etiquetado y envasado de sustancias peligrosas).
Directiva 99/45/EEC (Clasificación, etiquetado y envasado de preparados peligrosos). Directiva 98/24/CE (Riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo). Directiva 2000/39/CE (Valores límite de exposición profesional); Directiva 2006/8/CE. Reglamento (CE) n. 1907/2006 (REACH), Reglamento (CE) n. 1272/2008 (CLP), Reglamento (CE) n.790/2009.

Cuando sean aplicables, hágase referencia a las siguientes normativas:
Directiva 82/501/CEE ('Actividades ligadas al riesgo de accidentes graves') y subsiguientes enmiendas.
Reglamento (CE) no 648/2004 (detergentes).
1999/13/CE (directiva COV).

Restricciones Especiales

El gas fluorado de efecto invernadero R-404A debe ser suministrado en contenedores retornables (bidones/cilindros). El contenedor contiene gases fluorados de efecto invernadero cubiertos por el Protocolo de Kyoto. Los gases fluorados de efecto invernadero en contenedores o cilindros no pueden ser venteados a la atmósfera



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Reglamento (CE) N° 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.

CE. 2037/2000 Sobre Sustancias que agotan la capa de ozono, modificado por el reglamento CE. 1005/2009

15.2. Evaluación de la seguridad química

No

16. OTRA INFORMACIÓN

Texto de las frases utilizadas en el párrafo 3:

R12 Extremadamente inflamable.

H220 Gas extremadamente inflamable.

H280 Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.

Este documento ha sido preparado por una persona competente que ha recibido un entrenamiento adecuado

Principales fuentes bibliográficas:

ECDIN - Environmental Chemicals Data and Information Network - Joint Research Centre,

Commission of the European Communities

SAX's DANGEROUS PROPERTIES OF INDUSTRIAL MATERIALS - Eight Edition - Van

Nostrand Reinold

CCNL - Allegato 1 "TLV de 1989-90"

Indicar bibliografía adicional consultada

La información aquí detallada se basa en nuestros conocimientos hasta la fecha señalada arriba. Se refiere exclusivamente al producto indicado y no constituye garantía de cualidades particulares. El usuario debe asegurarse de la idoneidad y exactitud de dicha información en relación al uso específico que debe hacer del producto.

Esta ficha anula y sustituye toda edición precedente.

Esta ficha de Datos de Seguridad ha sido preparada de acuerdo con el Reglamento CE N° 453/2010 que sustituye el anexo II del Reglamento CE N° 1907/2006

Aconsejamos se remitan a los reglamentos:

R.D. 379/2001 Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos

R.D. 138/2011 Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas

R.D. 1027/2007 Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.

R.D. 795/2010 Reglamento que regula la comercialización, distribución y manipulación de gases fluorados.

CE. 1005/2009 Sobre Sustancias que agotan la capa de ozono

CE. 842/2006 Del Parlamento Europeo y del Consejo sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero

La enumeración de los riesgos, textos legales, reglamentarios y administrativos no son exhaustivos, como único responsable corresponderá al destinatario o usuario del producto remitirse a los reglamentos oficiales de almacenamiento, manipulación y utilización de estos productos.

GLOSARIO

TLV: Valor Límite Umbral de la ACGIH

TLV-C: Valor Límite Umbral-Techo de la ACGIH

WEL: El Fabricante tiene por objetivo controlar la exposición en el lugar de trabajo al nivel del estándar del Reino Unido

COM: El Fabricante tiene por objetivo controlar la exposición en sus lugares de trabajo a éste límite.

VLA-ED: Valor límite ambiental-exposición diaria.

7. TUBERÍA FLEXIBLE DE PVC


VACUPRESS® ENO

www.merlett.it/cod=912924



Idoneo al contatto con alimenti che richiedono un liquido simulante del tipo A-B-C secondo CE 1935/2004. Prove di migrazione eseguite a 40° C per 24 ore. Suitable for the contact with foodstuff that requires a simulating liquid type A-B-C in accordance with 1935/2004 CE. Migration tests made at 40° C for 24 hours.

| Ø int. I. D. Ø int. mm. | pollici inch | spessore parete wall thickness Epaisseur paroi mm. | peso weight Poids gr/mtr. | raggio curv. bending radius Radio curv. mm. | sottovuoto vacuum Vide m. H ₂ O | press. eserc. working press Presión trab. press. service bar a 23° C | press. scoppio bursting press. Presión revent. press. d'éclat bar a 23° C | lunghezza rotoli coil length Long. rollos long. cour. mtr. |
|----------------------------------|-----------------|---|------------------------------------|--|---|--|---|--|
| 19 | | 4,5 | 475 | 70 | 9 | 20 | 60 | 60 |
| 25 | 1 | 5,3 | 680 | 80 | 9 | 16 | 48 | 60 |
| 30 | | 5,3 | 770 | 90 | 9 | 16 | 48 | 60 |
| 32 | | 5,3 | 800 | 100 | 9 | 16 | 48 | 60 |
| 35 | | 6 | 1100 | 115 | 9 | 14 | 42 | 60 |
| 38 | | 6,5 | 1200 | 125 | 9 | 14 | 42 | 30 |
| 40 | | 6,5 | 1220 | 130 | 9 | 14 | 42 | 30 |
| 45 | | 6,5 | 1400 | 140 | 9 | 12 | 36 | 30 |
| 50 | | 6,5 | 1600 | 150 | 9 | 12 | 36 | 30 |
| 60 | | 7 | 2000 | 180 | 9 | 12 | 36 | 30 |
| 63 | | 7 | 2100 | 190 | 9 | 12 | 36 | 30 |
| 75 | | 8 | 2850 | 190 | 9 | 12 | 36 | 30 |
| 76 | 3 | 8 | 2900 | 210 | 9 | 12 | 36 | 30 |
| 80 | | 8 | 2950 | 220 | 9 | 10 | 30 | 30 |
| 90 | | 8,5 | 3500 | 250 | 9 | 10 | 30 | 30 |
| 100 | | 8,5 | 3950 | 295 | 9 | 10 | 30 | 30 |
| 102 | 4 | 8,5 | 4000 | 300 | 9 | 10 | 30 | 30 |
| 120 | | 9 | 5300 | 350 | 9 | 8 | 24 | 20 |
| 127 | | 9 | 5800 | 370 | 9 | 7 | 21 | 20 |
| 150 | | 9,5 | 6800 | 480 | 9 | 5 | 15 | 20 |
| 152 | | 9,5 | 6850 | 480 | 9 | 5 | 15 | 20 |



CARATTERISTICHE

Molto flessibile anche alle basse temperature -25° C +60° C interno ed esterno lisci. Buona resistenza ad agenti atmosferici.

Resistenza all'abrasione secondo ISO 4649 : mm³ < 160.

It is very flexible, even at low temperatures -25° C +60° C. Smooth inside and outside. Good abrasion resistance and weatherproof.

Abrasion resistance according to ISO 4649 : mm³ < 160.

Manguera flexible aún a bajas temperaturas: -25°C hasta +60°C. Interior y exterior lisos. Buena resistencia a los agentes atmosféricos. Resistencia a la abrasión según ISO 4649: < 160 mm³.

Très souple même à des températures basses -25° C +60° C, lisse à l'intérieur et extérieur. Bonne résistance aux agents atmosphériques et aux abrasions.

Résistance à l'abrasion suivant ISO 4649 : mm³ < 160.

USO

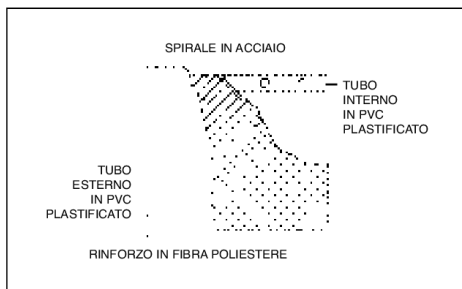
Tubo utilizzabile nell'industria enologica, cantine vinicole per mandata e aspirazione vino ed alcoolici fino a 28%.

Hose usable in the wine industry, wine cellars for delivery and suction of wine and alcohol to 28%.

Manguera alimentaria para la industria del vino, bodegas, aspiraciones y impulsiones de vino o alcohol hasta 28%.

Tuyau pour application viti vinicole en aspiration et refoulement de vin et autres spiritueux titré jusqu'à 28%.

STRUTTURA



In PVC plastificato a due strati con spirale in acciaio incorporata nel primo con rinforzo in fibra poliestere tra il primo e il secondo. Colore sottostrato bianco copertura colore rosso. Marchiatura in bianco.

Two-layer plasticized PVC with embedded steel spiral in the first, with polyester yarn reinforcement between the first and the second. White inner layer - red outer with white marking.

Manguera de PVC plastificado de dos estratos con espiral de acero incorporada en el primero, y con refuerzo textil en fibra de poliéster entre el primero y el segundo. Interior color blanco y exterior color rojo. Marcado longitudinal de color blanco.

En PVC plastifié à deux couches avec spirale en acier noyée dans la première couche et renfort en fibre polyester entre la première et la seconde. Tube intérieur blanc - extérieur rouge avec marquage blanc.

Tutti i dati tecnici sono riferiti ad una temperatura di 23° C ± 2° C (ISO 291) - tolleranze su tutti i dati indicati ± 5%. • All technical specifications apply to a temperature of 23° C ± 2° C (ISO 291) - tolerance on all specifications ± 5%. 43

9.4. ANEXO N°4:

FIGURAS Y TABLAS

9.4. ANEXO N°4: FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-------------------|
| <i>Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody</i> | <i>309</i> |
| <i>Tabla A4.1.: Coeficiente superficial exterior de transmisión de calor (José Hidalgo Togores, 2011)</i> | <i>309</i> |
| <i>Ilustración A4.2.: Longitudes equivalentes de los principales accesorios (Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005)</i> | <i>310</i> |
| <i>Tabla A4.2.: Tipos de juntas soldadas (Megyesy, 1992)</i> | <i>311</i> |
| <i>Tabla A4.3.: Especificaciones de tuberías (Megyesy, 1992)</i> | <i>312</i> |
| <i>Tabla A4.4.: Vida útil de los equipos (Aries y Newton, 1998)</i> | <i>317</i> |
| <i>Ilustración A4.3.: Carga neta de succión requerida de la Bomba MXHLM 203 (Calpeda)</i> | <i>317</i> |
| <i>Tabla A4.5.: Propiedades del vapor de agua (Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005)</i> | <i>318</i> |
| <i>Tabla A4.6.: Rugosidad absoluta de materiales (www.miliarium.com)</i> | <i>319</i> |

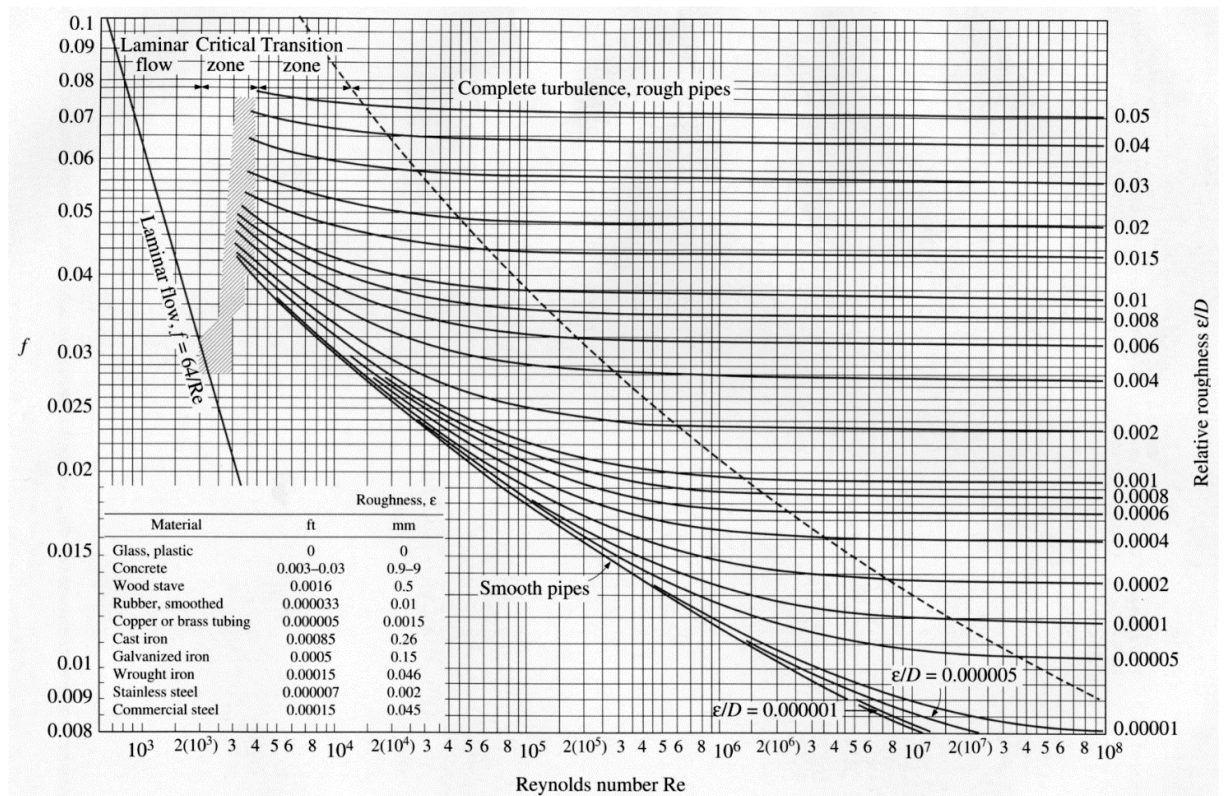


Ilustración A4.1.: Gráfica de Moody

| Velocidad del aire (m/seg) | h_e (kcal/°C · m ² · hora) |
|----------------------------|---|
| 0,0 | 5,5 |
| 1,5 | 10,0 |
| 5,0 | 41,0 |

Tabla A4.1.: Coeficiente superficial exterior de transmisión de calor (José Hidalgo Togores, 2011)

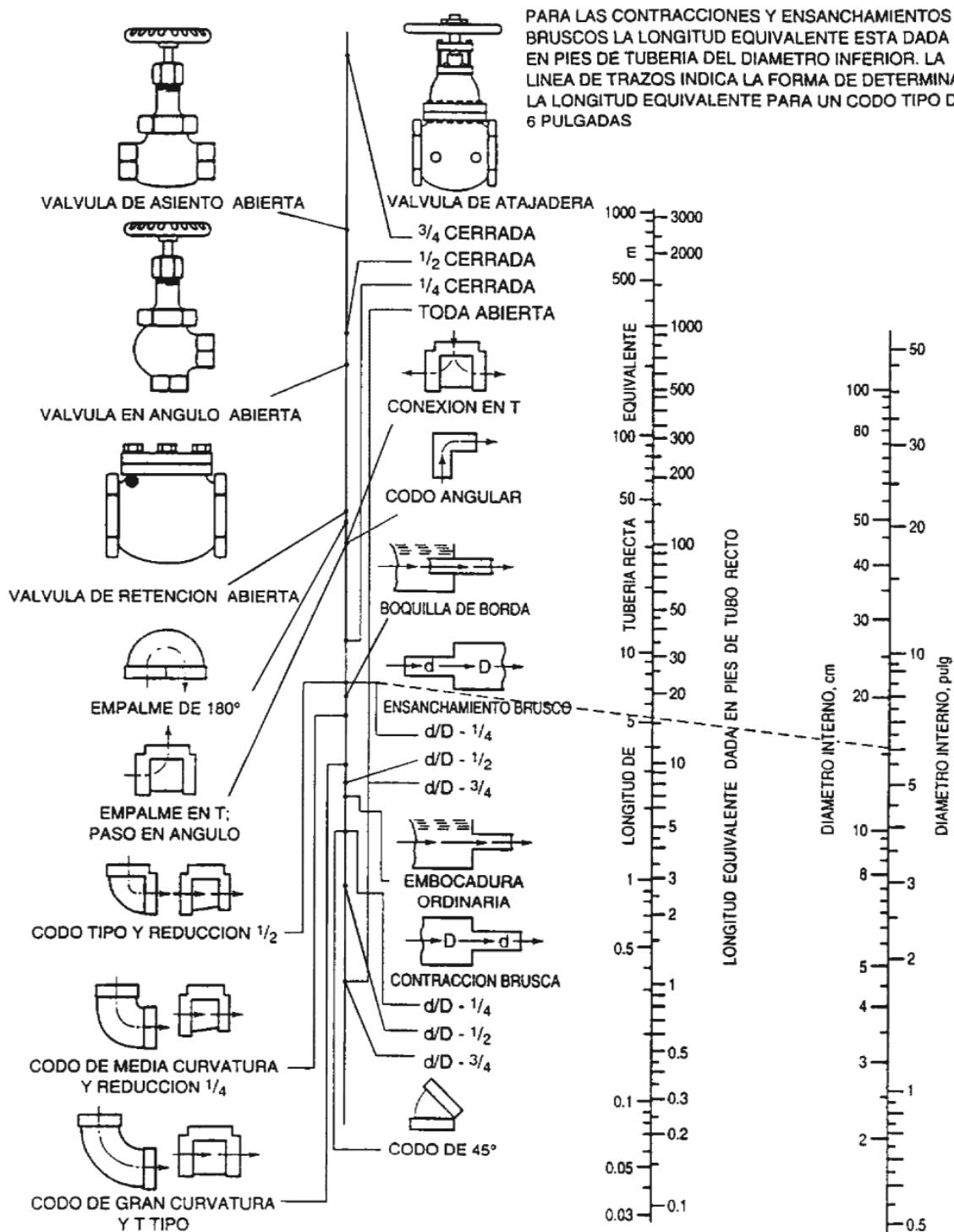


Ilustración A4.2.: Longitudes equivalentes de los principales accesorios (Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005)







| TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS | | | | |
|--------------------------|--|--|------------------------------|-----------------------|
| TIPOS NORMA UW-12 | | EFICIENCIA DE LA JUNTA, E Cuando la junta es: | | |
| | | a. Radiogra- fiada total- mente | b. Examinada por zonas | c. No Examinada |
| 1 |  <p>Juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura o por otro medio con el que se obtenga la misma calidad de metal de soldadura depositada sobre las superficies interior y exterior de la pieza. Si se emplea placa de respaldo, debe quitarse ésta después de terminar la soldadura.</p> | 1.00 | 0.85 | 0.70 |
| 2 |  <p>En juntas circunferenciales únicamente</p> <p>Junta a tope de un solo cordón con tira de respaldo que queda en su lugar después de soldar</p> | 0.90 | 0.80 | 0.65 |
| 3 |  <p>Junta a tope de un solo cordón sin tira de respaldo</p> | — | — | 0.60 |
| 4 |  <p>Junta a traslape de doble filete completo</p> | — | — | 0.55 |
| 5 |  <p>Junta a traslape de un solo filete completo con soldaduras de tapón</p> | — | — | 0.50 |
| 6 |  <p>Junta a traslape de un solo filete completo sin soldaduras de tapón</p> | — | — | 0.45 |

Tabla A4.2.: Tipos de juntas soldadas (Megyesy, 1992)

| PROPIEDADES DE LOS TUBOS Los números de cédula y las designaciones de peso están de acuerdo con la Norma ANSI B36.10 para tubos de acero al carbono y aceros aleados, y la Norma ANSI B36.19 para tubos de acero inoxidable. | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------|----------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| Tam. nominal del tubo | No. de Cédula | | Designación del peso | Diám. exterior, pulg | Diám. interior, pulg | Espesor de pared, pulg | Peso por pie, lb | Peso de agua por pie de tubo, lb | Superficie exterior por pie, pies ² | Superficie interior por pie, pies ² | Area transversal, pulg ² |
| | Aceros al carbono y aleados | Aceros inoxidables | | | | | | | | | |
| $\frac{1}{8}$ | ... | 10S | ... | .405 | .307 | .049 | .186 | .0320 | .106 | .0804 | .0740 |
| | 40 | 40S | Est. | .405 | .269 | .068 | .244 | .0246 | .106 | .0705 | .0568 |
| | 80 | 80S | Ref. | .405 | .215 | .095 | .314 | .0157 | .106 | .0563 | .0364 |
| $\frac{1}{4}$ | ... | 10S | ... | .540 | .410 | .065 | .330 | .0570 | .141 | .1073 | .1320 |
| | 40 | 40S | Est. | .540 | .364 | .088 | .424 | .0451 | .141 | .0955 | .1041 |
| | 80 | 80S | Ref. | .540 | .302 | .119 | .535 | .0310 | .141 | .0794 | .0716 |
| $\frac{3}{8}$ | ... | 10S | ... | .675 | .545 | .065 | .423 | .1010 | .177 | .1427 | .2333 |
| | 40 | 40S | Est. | .675 | .493 | .091 | .567 | .0827 | .177 | .1295 | .1910 |
| | 80 | 80S | Ref. | .675 | .423 | .126 | .738 | .0609 | .177 | .1106 | .1405 |
| $\frac{1}{2}$ | ... | 10S | ... | .840 | .670 | .083 | .671 | .1550 | .220 | .1764 | .3568 |
| | 40 | 40S | Est. | .840 | .622 | .109 | .850 | .1316 | .220 | .1637 | .3040 |
| | 80 | 80S | Ref. | .840 | .546 | .147 | 1.087 | .1013 | .220 | .1433 | .2340 |
| | 160 | ... | ... | .840 | .466 | .187 | 1.310 | .0740 | .220 | .1220 | .1706 |
| | ... | ... | Doble Ref. | .840 | .252 | .294 | 1.714 | .0216 | .220 | .0660 | .0499 |
| $\frac{3}{4}$ | ... | 10S | ... | 1.050 | .824 | .083 | .857 | .2660 | .275 | .2314 | .6138 |
| | 40 | 40S | Est. | 1.050 | .824 | .113 | 1.130 | .2301 | .275 | .2168 | .5330 |
| | 80 | 80S | Ref. | 1.050 | .742 | .154 | 1.473 | .1875 | .275 | .1948 | .4330 |
| | ... | ... | ... | 1.050 | .675 | .188 | 1.727 | .1514 | .275 | .1759 | .3570 |
| | 160 | ... | ... | 1.050 | .614 | .218 | 1.940 | .1280 | .275 | .1607 | .2961 |
| 1 | ... | ... | Doble Ref. | 1.050 | .434 | .308 | 2.440 | .0633 | .275 | .1137 | .1479 |
| | ... | 10S | ... | 1.315 | 1.097 | .109 | 1.404 | .4090 | .344 | .2872 | .9448 |
| | 40 | 40S | Est. | 1.315 | 1.049 | .133 | 1.678 | .3740 | .344 | .2740 | .8640 |
| | 80 | 80S | Ref. | 1.315 | .957 | .179 | 2.171 | .3112 | .344 | .2520 | .7190 |
| | ... | ... | ... | 1.315 | .877 | .219 | 2.561 | .2614 | .344 | .2290 | .6040 |
| $1\frac{1}{4}$ | ... | ... | Doble Ref. | 1.315 | .815 | .250 | 2.850 | .2261 | .344 | .2134 | .5217 |
| | 160 | ... | ... | 1.315 | .599 | .358 | 3.659 | .1221 | .344 | .1570 | .2818 |
| | ... | 10S | ... | 1.660 | 1.442 | .109 | 1.806 | .7080 | .434 | .3775 | 1.633 |
| | 40 | 40S | Est. | 1.660 | 1.380 | .140 | 2.272 | .6471 | .434 | .3620 | 1.495 |
| | 80 | 80S | Ref. | 1.660 | 1.278 | .191 | 2.996 | .5553 | .434 | .3356 | 1.283 |
| $1\frac{1}{2}$ | ... | ... | Doble Ref. | 1.660 | 1.160 | .250 | 3.764 | .4575 | .434 | .3029 | 1.057 |
| | 160 | ... | ... | 1.660 | .896 | .382 | 5.214 | .2732 | .434 | .2331 | .6305 |
| | ... | 10S | ... | 1.900 | 1.682 | .109 | 2.085 | .9630 | .497 | .4403 | 2.221 |
| | 40 | 40S | Est. | 1.900 | 1.610 | .145 | 2.717 | .8820 | .497 | .4213 | 2.036 |
| | 80 | 80S | Ref. | 1.900 | 1.500 | .200 | 3.631 | .7648 | .497 | .3927 | 1.767 |
| 2 | ... | ... | Doble Ref. | 1.900 | 1.337 | .281 | 4.862 | .6082 | .497 | .3519 | 1.405 |
| | 160 | ... | ... | 1.900 | 1.100 | .400 | 6.408 | .4117 | .497 | .2903 | .950 |
| | ... | 10S | ... | 2.375 | 2.157 | .109 | 2.638 | 1.583 | .622 | .5647 | 3.654 |
| 2 | 40 | 40S | Est. | 2.375 | 2.067 | .154 | 3.652 | 1.452 | .622 | .5401 | 3.355 |
| | ... | ... | ... | 2.375 | 2.041 | .167 | 3.938 | 1.420 | .622 | .5360 | 3.280 |

Tabla A4.3.: Especificaciones de tuberías (Megyesy, 1992)

| PROPIEDADES DE LOS TUBOS (cont.) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Tam. nominal del tubo | No. de cédula | | Designación del peso | Diám. ext., pulg | Diám. int., pulg | Espesor de pared, pulg | Peso por pie, lb | Peso de agua por pie de tubo, lb | Superficie exterior por pie, pies² | Superficie interior por pie, pies² | Area transversal, pulg² |
| | Aceros al carbono y aleados | Aceros inoxidables | | | | | | | | | |
| 2 (Cont.) | ... | ... | ... | 2.375 | 2.000 | .188 | 4.380 | 1.363 | .622 | .5237 | 3.142 |
| | 80 | 80S | Ref. | 2.375 | 1.939 | .218 | 5.022 | 1.279 | .622 | .5074 | 2.953 |
| | ... | ... | ... | 2.375 | 1.875 | .250 | 5.673 | 1.196 | .622 | .4920 | 2.761 |
| | ... | ... | ... | 2.375 | 1.750 | .312 | 6.883 | 1.041 | .622 | .4581 | 2.405 |
| | 160 | ... | ... | 2.375 | 1.689 | .343 | 7.450 | .767 | .622 | .4422 | 2.240 |
| | ... | ... | Doble Ref. | 2.375 | 1.503 | .436 | 9.029 | .769 | .622 | .3929 | 1.774 |
| 2½ | ... | 10S | ... | 2.875 | 2.635 | .120 | 3.53 | 2.360 | .753 | .6900 | 5.453 |
| | 40 | 40S | Est. | 2.875 | 2.469 | .203 | 5.79 | 2.072 | .753 | .6462 | 4.788 |
| | ... | ... | ... | 2.875 | 2.441 | .217 | 6.16 | 2.026 | .753 | .6381 | 4.680 |
| | 80 | 80S | Ref. | 2.875 | 2.323 | .276 | 7.66 | 1.834 | .753 | .6095 | 4.238 |
| | 160 | ... | ... | 2.875 | 2.125 | .375 | 10.01 | 1.535 | .753 | .5564 | 3.547 |
| | ... | ... | Doble Ref. | 2.875 | 1.771 | .552 | 13.69 | 1.067 | .753 | .4627 | 2.464 |
| 3 | ... | 10S | ... | 3.500 | 3.260 | .120 | 4.33 | 3.62 | .916 | .853 | 8.346 |
| | ... | ... | ... | 3.500 | 3.250 | .125 | 4.52 | 3.60 | .916 | .851 | 8.300 |
| | ... | ... | ... | 3.500 | 3.204 | .148 | 5.30 | 3.52 | .916 | .840 | 8.100 |
| | ... | ... | ... | 3.500 | 3.124 | .188 | 6.65 | 3.34 | .916 | .819 | 7.700 |
| | 40 | 40S | Est. | 3.500 | 3.068 | .216 | 7.57 | 3.20 | .916 | .802 | 7.393 |
| | ... | ... | ... | 3.500 | 3.018 | .241 | 8.39 | 3.10 | .916 | .790 | 7.155 |
| | ... | ... | ... | 3.500 | 2.992 | .254 | 8.80 | 3.06 | .916 | .785 | 7.050 |
| | ... | ... | ... | 3.500 | 2.922 | .289 | 9.91 | 2.91 | .916 | .765 | 6.700 |
| | 80 | 80S | Ref. | 3.500 | 2.900 | .300 | 10.25 | 2.86 | .916 | .761 | 6.605 |
| | ... | ... | ... | 3.500 | 2.875 | .312 | 10.64 | 2.81 | .916 | .753 | 6.492 |
| | ... | ... | ... | 3.500 | 2.687 | .406 | 13.42 | 2.46 | .916 | .704 | 5.673 |
| | 160 | ... | ... | 3.500 | 2.624 | .438 | 14.32 | 2.34 | .916 | .687 | 5.407 |
| | ... | ... | Doble Ref. | 3.500 | 2.300 | .600 | 18.58 | 1.80 | .916 | .601 | 4.155 |
| 3½ | ... | 10S | ... | 4.000 | 3.760 | .120 | 4.97 | 4.81 | 1.047 | .984 | 11.10 |
| | ... | ... | ... | 4.000 | 3.744 | .128 | 5.38 | 4.78 | 1.047 | .981 | 11.01 |
| | ... | ... | ... | 4.000 | 3.732 | .134 | 5.58 | 4.75 | 1.047 | .978 | 10.95 |
| | ... | ... | ... | 4.000 | 3.704 | .148 | 6.26 | 4.66 | 1.047 | .971 | 10.75 |
| | ... | ... | ... | 4.000 | 3.624 | .188 | 7.71 | 4.48 | 1.047 | .950 | 10.32 |
| | 40 | 40S | Est. | 4.000 | 3.548 | .226 | 9.11 | 4.28 | 1.047 | .929 | 9.89 |
| | ... | ... | ... | 4.000 | 3.438 | .281 | 11.17 | 4.02 | 1.047 | .900 | 9.28 |
| | 80 | 80S | Ref. | 4.000 | 3.364 | .318 | 12.51 | 3.85 | 1.047 | .880 | 8.89 |
| | ... | ... | ... | 4.000 | 3.312 | .344 | 13.42 | 3.73 | 1.047 | .867 | 8.62 |
| | ... | ... | ... | 4.000 | 3.062 | .469 | 17.68 | 3.19 | 1.047 | .802 | 7.37 |
| | ... | ... | Doble Ref. | 4.000 | 2.728 | .636 | 22.85 | 2.53 | 1.047 | .716 | 5.84 |
| | 4 | ... | 10S | ... | 4.500 | 4.260 | .120 | 5.61 | 6.18 | 1.178 | 1.115 |
| ... | | ... | ... | 4.500 | 4.244 | .128 | 5.99 | 6.14 | 1.178 | 1.111 | 14.15 |
| ... | | ... | ... | 4.500 | 4.232 | .134 | 6.26 | 6.11 | 1.178 | 1.110 | 14.10 |
| ... | | ... | ... | 4.500 | 4.216 | .142 | 6.61 | 6.06 | 1.178 | 1.105 | 13.98 |
| ... | | ... | ... | 4.500 | 4.170 | .165 | 7.64 | 5.92 | 1.178 | 1.093 | 13.67 |
| ... | | ... | ... | 4.500 | 4.124 | .188 | 8.56 | 5.80 | 1.178 | 1.082 | 13.39 |

Tabla A4.3.: Especificaciones de tuberías (Megyesy, 1992)

| PROPIEDADES DE LOS TUBOS (cont.) | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|--|--|-------------------------------------|-------|
| Tam. nominal del tubo | No. de cédula | | Designación del peso | Diám. ext., pulg | Diám. int., pulg | Espesor de pared pulg | Peso por pie, lb | Peso de agua por pie de tubo, lb | Superficie exterior por pie, pies ² | Superficie interior por pie, pies ² | Area transversal, pulg ² | |
| | Aceros al carbono y aleados | Aceros inoxidables | | | | | | | | | | |
| 4 (Cont.) | 40 | 40S | Est. | 4.500 | 4.090 | .205 | 9.39 | 5.71 | 1.178 | 1.071 | 13.15 | |
| | | | | 4.500 | 4.026 | .237 | 10.79 | 5.51 | 1.178 | 1.055 | 12.73 | |
| | | | | 4.500 | 4.000 | .250 | 11.35 | 5.45 | 1.178 | 1.049 | 12.57 | |
| | | | | 4.500 | 3.958 | .271 | 12.24 | 5.35 | 1.178 | 1.038 | 12.31 | |
| | | | | 4.500 | 3.938 | .281 | 12.67 | 5.27 | 1.178 | 1.031 | 12.17 | |
| | | | | 4.500 | 3.900 | .300 | 13.42 | 5.19 | 1.178 | 1.023 | 11.96 | |
| | 80 | 80S | Ref. | 4.500 | 3.876 | .312 | 14.00 | 5.12 | 1.178 | 1.013 | 11.80 | |
| | | | | 4.500 | 3.826 | .337 | 14.98 | 4.98 | 1.178 | 1.002 | 11.50 | |
| | | | | 4.500 | 3.750 | .375 | 16.52 | 4.78 | 1.178 | .982 | 11.04 | |
| | 120 | ... | ... | 4.500 | 3.624 | .438 | 19.00 | 4.47 | 1.178 | .949 | 10.32 | |
| | | | | 4.500 | 3.500 | .500 | 21.36 | 4.16 | 1.178 | .916 | 9.62 | |
| | 160 | ... | ... | 4.500 | 3.438 | .531 | 22.60 | 4.02 | 1.178 | .900 | 9.28 | |
| | | | | ... | ... | Doble Ref. | 4.500 | 3.152 | .674 | 27.54 | 3.38 | 1.178 |
| | 5 | ... | 10S | Est. | 5.563 | 5.295 | .134 | 7.770 | 9.54 | 1.456 | 1.386 | 22.02 |
| 40 | | 40S | 5.563 | | 5.047 | .258 | 14.62 | 8.66 | 1.456 | 1.321 | 20.01 | |
| ... | | ... | 5.563 | | 4.859 | .352 | 19.59 | 8.06 | 1.456 | 1.272 | 18.60 | |
| 80 | | 80S | Ref. | 5.563 | 4.813 | .375 | 20.78 | 7.87 | 1.456 | 1.260 | 18.19 | |
| ... | | ... | | 5.563 | 4.688 | .437 | 23.95 | 7.47 | 1.456 | 1.227 | 17.26 | |
| 120 | | ... | | 5.563 | 4.563 | .500 | 27.10 | 7.08 | 1.456 | 1.195 | 16.35 | |
| 160 | | ... | ... | 5.563 | 4.313 | .625 | 32.96 | 6.32 | 1.456 | 1.129 | 14.61 | |
| ... | | ... | Doble Ref. | 5.563 | 4.063 | .750 | 38.55 | 5.62 | 1.456 | 1.064 | 12.97 | |
| 6 | | ... | 10S | ... | 6.625 | 6.357 | .134 | 9.29 | 13.70 | 1.735 | 1.660 | 31.75 |
| | ... | ... | 6.625 | | 6.287 | .169 | 11.56 | 13.45 | 1.735 | 1.650 | 31.00 | |
| | ... | ... | 6.625 | | 6.265 | .180 | 12.50 | 13.38 | 1.735 | 1.640 | 30.81 | |
| | ... | ... | 6.625 | | 6.249 | .188 | 12.93 | 13.31 | 1.735 | 1.639 | 30.70 | |
| | ... | ... | 6.625 | | 6.187 | .219 | 15.02 | 13.05 | 1.735 | 1.620 | 30.10 | |
| | ... | ... | 6.625 | | 6.125 | .250 | 17.02 | 12.80 | 1.735 | 1.606 | 29.50 | |
| | 40 | 40S | Est. | 6.625 | 6.071 | .277 | 18.86 | 12.55 | 1.735 | 1.591 | 28.95 | |
| | | | | 6.625 | 6.065 | .280 | 18.97 | 12.51 | 1.735 | 1.587 | 28.99 | |
| | | | | 6.625 | 5.875 | .375 | 25.10 | 11.75 | 1.735 | 1.540 | 27.10 | |
| | 80 | 80S | Ref. | 6.625 | 5.761 | .432 | 28.57 | 11.29 | 1.735 | 1.510 | 26.07 | |
| | | | | 6.625 | 5.625 | .500 | 32.79 | 10.85 | 1.735 | 1.475 | 24.85 | |
| | 120 | ... | ... | 6.625 | 5.501 | .562 | 36.40 | 10.30 | 1.735 | 1.470 | 23.77 | |
| | | | | 6.625 | 5.189 | .718 | 45.30 | 9.16 | 1.735 | 1.359 | 21.15 | |
| | 160 | ... | ... | Doble Ref. | 6.625 | 4.897 | .864 | 53.16 | 8.14 | 1.735 | 1.280 | 18.83 |
| | 8 | ... | 10S | ... | 8.625 | 8.329 | .148 | 13.40 | 23.6 | 2.26 | 2.180 | 54.5 |
| ... | | ... | 8.625 | | 8.309 | .158 | 14.26 | 23.6 | 2.26 | 2.178 | 54.3 | |
| ... | | ... | 8.625 | | 8.295 | .165 | 14.91 | 23.5 | 2.26 | 2.175 | 54.1 | |
| ... | | ... | 8.625 | | 8.249 | .188 | 16.90 | 23.2 | 2.26 | 2.161 | 53.5 | |
| ... | | ... | 8.625 | | 8.219 | .203 | 18.30 | 23.1 | 2.26 | 2.152 | 53.1 | |
| ... | | ... | 8.625 | | 8.187 | .219 | 19.64 | 22.9 | 2.26 | 2.148 | 52.7 | |
| ... | | ... | ... | | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |

Tabla A4.3.: Especificaciones de tuberías (Megyesy, 1992)

| PROPIEDADES DE LOS TUBOS (cont.) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------|----------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| Tam. nominal del tubo | No. de cédula | | Designación del peso | Diám. ext., pulg | Diám. int., pulg | Espesor de pared, pulg | Peso por pie, lb | Peso de agua por pie de tubo, lb | Superficie exterior por pie, pies ² | Superficie interior por pie, pies ² | Area transversal, pulg ² |
| | Aceros al carbono y aleados | Aceros inoxidables | | | | | | | | | |
| 8 (Cont.) | ... | ... | ... | 8.625 | 8.149 | .238 | 21.43 | 22.7 | 2.26 | 2.136 | 52.2 |
| | 20 | ... | ... | 8.625 | 8.125 | .250 | 22.40 | 22.5 | 2.26 | 2.127 | 51.8 |
| | 30 | ... | ... | 8.625 | 8.071 | .277 | 24.70 | 22.2 | 2.26 | 2.115 | 51.2 |
| | 40 | 40S | Est. | 8.625 | 7.981 | .322 | 28.55 | 21.6 | 2.26 | 2.090 | 50.0 |
| | ... | ... | ... | 8.625 | 7.937 | .344 | 30.40 | 21.4 | 2.26 | 2.078 | 49.5 |
| | ... | ... | ... | 8.625 | 7.921 | .352 | 31.00 | 21.3 | 2.26 | 2.072 | 49.3 |
| | ... | ... | ... | 8.625 | 7.875 | .375 | 33.10 | 21.1 | 2.26 | 2.062 | 48.7 |
| | 60 | ... | ... | 8.625 | 7.813 | .406 | 35.70 | 20.8 | 2.26 | 2.045 | 47.9 |
| | ... | ... | ... | 8.625 | 7.687 | .469 | 40.83 | 20.1 | 2.26 | 2.013 | 46.4 |
| | 80 | 80S | Ref. | 8.625 | 7.625 | .500 | 43.39 | 19.8 | 2.26 | 2.006 | 45.6 |
| | 100 | ... | ... | 8.625 | 7.439 | .593 | 50.90 | 18.8 | 2.26 | 1.947 | 43.5 |
| | ... | ... | ... | 8.625 | 7.375 | .625 | 53.40 | 18.5 | 2.26 | 1.931 | 42.7 |
| | 120 | ... | ... | 8.625 | 7.189 | .718 | 60.70 | 17.6 | 2.26 | 1.882 | 40.6 |
| | 140 | ... | ... | 8.625 | 7.001 | .812 | 67.80 | 16.7 | 2.26 | 1.833 | 38.5 |
| | ... | ... | Doble Ref. | 8.625 | 6.875 | .875 | 72.42 | 16.1 | 2.26 | 1.800 | 37.1 |
| | 160 | ... | ... | 8.625 | 6.813 | .906 | 74.70 | 15.8 | 2.26 | 1.784 | 36.4 |
| 10 | ... | 10S | ... | 10.750 | 10.420 | .165 | 18.65 | 36.9 | 2.81 | 2.73 | 85.3 |
| | ... | ... | ... | 10.750 | 10.374 | .188 | 21.12 | 36.7 | 2.81 | 2.72 | 84.5 |
| | ... | ... | ... | 10.750 | 10.344 | .203 | 22.86 | 36.5 | 2.81 | 2.71 | 84.0 |
| | ... | ... | ... | 10.750 | 10.310 | .219 | 24.60 | 36.2 | 2.81 | 2.70 | 83.4 |
| | 20 | ... | ... | 10.750 | 10.250 | .250 | 28.03 | 35.9 | 2.81 | 2.68 | 82.6 |
| | ... | ... | ... | 10.750 | 10.192 | .279 | 31.20 | 35.3 | 2.81 | 2.66 | 81.6 |
| | 30 | ... | ... | 10.750 | 10.136 | .307 | 34.24 | 35.0 | 2.81 | 2.65 | 80.7 |
| | ... | ... | ... | 10.750 | 10.054 | .348 | 38.66 | 34.4 | 2.81 | 2.64 | 79.3 |
| | 40 | 40S | Est. | 10.750 | 10.020 | .365 | 40.48 | 34.1 | 2.81 | 2.62 | 78.9 |
| | ... | ... | ... | 10.750 | 9.960 | .395 | 43.68 | 33.7 | 2.81 | 2.61 | 77.9 |
| | 60 | 80S | Ref. | 10.750 | 9.750 | .500 | 54.74 | 32.3 | 2.81 | 2.55 | 74.7 |
| | ... | ... | ... | 10.750 | 9.687 | .531 | 57.98 | 31.9 | 2.81 | 2.54 | 73.7 |
| | 80 | ... | ... | 10.750 | 9.564 | .593 | 64.40 | 31.1 | 2.81 | 2.50 | 71.8 |
| | 100 | ... | ... | 10.750 | 9.314 | .718 | 77.00 | 29.5 | 2.81 | 2.44 | 68.1 |
| | ... | ... | ... | 10.750 | 9.250 | .750 | 80.10 | 29.1 | 2.81 | 2.42 | 67.2 |
| | 120 | ... | ... | 10.750 | 9.064 | .843 | 89.20 | 27.9 | 2.81 | 2.37 | 64.5 |
| | 140 | ... | ... | 10.750 | 8.750 | 1.000 | 104.20 | 26.1 | 2.81 | 2.29 | 60.1 |
| 12 | ... | ... | ... | 10.750 | 8.625 | 1.063 | 109.90 | 25.3 | 2.81 | 2.26 | 58.4 |
| | 160 | ... | ... | 10.750 | 8.500 | 1.125 | 116.00 | 24.6 | 2.81 | 2.22 | 56.7 |
| | ... | 10S | ... | 12.750 | 12.390 | .180 | 24.16 | 52.2 | 3.34 | 3.24 | 120.6 |
| | ... | ... | ... | 12.750 | 12.344 | .203 | 27.2 | 52.0 | 3.34 | 3.23 | 119.9 |
| | ... | ... | ... | 12.750 | 12.312 | .219 | 29.3 | 51.7 | 3.34 | 3.22 | 119.1 |
| | ... | ... | ... | 12.750 | 12.274 | .238 | 31.8 | 51.5 | 3.34 | 3.22 | 118.5 |
| | 20 | ... | ... | 12.750 | 12.250 | .250 | 33.4 | 51.3 | 3.34 | 3.12 | 118.0 |

Tabla A4.3.: Especificaciones de tuberías (Megyesy, 1992)

| PROPIEDADES DE LOS TUBOS (cont.) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| Tam. nominal del tubo | No. de cédula | | Designación del peso | Diám. ext., pulg | Diám. int., pulg | Espesor de pared pulg | Peso por pie, lb | Peso de agua por pie de tubo, lb | Superficie exterior por pie, pies ² | Superficie interior por pie, pies ² | Area transversal, pulg ² |
| | Aceros al carbono y aleados | Aceros inoxidables | | | | | | | | | |
| 12 (Cont.) | ... | ... | ... | 12.750 | 12.192 | .279 | 37.2 | 50.7 | 3.34 | 3.19 | 116.9 |
| | ... | ... | ... | 12.750 | 12.150 | .300 | 40.0 | 50.5 | 3.34 | 3.18 | 116.1 |
| | 30 | ... | ... | 12.750 | 12.090 | .330 | 43.8 | 49.7 | 3.34 | 3.16 | 114.8 |
| | ... | ... | ... | 12.750 | 12.062 | .344 | 45.5 | 49.7 | 3.34 | 3.16 | 114.5 |
| | ... | 40S | Est. | 12.750 | 12.000 | .375 | 49.6 | 48.9 | 3.34 | 3.14 | 113.1 |
| | 40 | ... | ... | 12.750 | 11.938 | .406 | 53.6 | 48.5 | 3.34 | 3.13 | 111.9 |
| | ... | ... | ... | 12.750 | 11.874 | .438 | 57.5 | 48.2 | 3.34 | 3.11 | 111.0 |
| | ... | 80S | Ref. | 12.750 | 11.750 | .500 | 65.4 | 46.9 | 3.34 | 3.08 | 108.4 |
| | 60 | ... | ... | 12.750 | 11.626 | .562 | 73.2 | 46.0 | 3.34 | 3.04 | 106.2 |
| | ... | ... | ... | 12.750 | 11.500 | .625 | 80.9 | 44.9 | 3.34 | 3.01 | 103.8 |
| | 80 | ... | ... | 12.750 | 11.376 | .687 | 88.6 | 44.0 | 3.34 | 2.98 | 101.6 |
| | 100 | ... | ... | 12.750 | 11.064 | .843 | 108.0 | 41.6 | 3.34 | 2.90 | 96.1 |
| | ... | ... | ... | 12.750 | 11.000 | .875 | 110.9 | 41.1 | 3.34 | 2.88 | 95.0 |
| | 120 | ... | ... | 12.750 | 10.750 | 1.000 | 125.5 | 39.3 | 3.34 | 2.81 | 90.8 |
| | 140 | ... | ... | 12.750 | 10.500 | 1.125 | 140.0 | 37.5 | 3.34 | 2.75 | 86.6 |
| | ... | ... | ... | 12.750 | 10.313 | 1.219 | 150.1 | 36.3 | 3.34 | 2.70 | 83.8 |
| | 160 | ... | ... | 12.750 | 10.126 | 1.312 | 161.0 | 34.9 | 3.34 | 2.65 | 80.5 |
| 14 | ... | ... | ... | 14.000 | 13.624 | .188 | 28 | 63.4 | 3.67 | 3.57 | 146.0 |
| | ... | ... | ... | 14.000 | 13.560 | .220 | 32 | 63.0 | 3.67 | 3.55 | 145.0 |
| | ... | ... | ... | 14.000 | 13.524 | .238 | 35 | 62.5 | 3.67 | 3.54 | 144.0 |
| | 10 | ... | ... | 14.000 | 13.500 | .250 | 37 | 62.1 | 3.67 | 3.54 | 143.0 |
| | 20 | ... | ... | 14.000 | 13.375 | .312 | 46 | 60.8 | 3.67 | 3.50 | 140.5 |
| | 30 | ... | Est. | 14.000 | 13.250 | .375 | 55 | 59.7 | 3.67 | 3.47 | 137.9 |
| | ... | ... | ... | 14.000 | 13.188 | .406 | 58 | 59.5 | 3.67 | 3.45 | 137.0 |
| | ... | ... | ... | 14.000 | 13.124 | .438 | 63 | 58.5 | 3.67 | 3.44 | 135.3 |
| | ... | ... | ... | 14.000 | 13.062 | .469 | 68 | 58.1 | 3.67 | 3.42 | 134.0 |
| | ... | ... | Ref. | 14.000 | 13.000 | .500 | 72 | 57.4 | 3.67 | 3.40 | 132.7 |
| | 60 | ... | ... | 14.000 | 12.814 | .593 | 85 | 55.9 | 3.67 | 3.35 | 129.0 |
| | ... | ... | ... | 14.000 | 12.750 | .625 | 89 | 55.3 | 3.67 | 3.34 | 127.7 |
| | ... | ... | ... | 14.000 | 12.688 | .656 | 94 | 54.7 | 3.67 | 3.32 | 126.4 |
| | 80 | ... | ... | 14.000 | 12.500 | .750 | 107 | 51.2 | 3.67 | 3.27 | 122.7 |
| | 100 | ... | ... | 14.000 | 12.125 | .937 | 131 | 50.0 | 3.67 | 3.17 | 115.5 |
| | 120 | ... | ... | 14.000 | 11.814 | 1.093 | 151 | 47.5 | 3.67 | 3.09 | 109.6 |
| | 140 | ... | ... | 14.000 | 11.500 | 1.250 | 171 | 45.0 | 3.67 | 3.01 | 103.9 |
| | ... | ... | ... | 14.000 | 11.313 | 1.344 | 182 | 43.5 | 3.67 | 2.96 | 100.5 |
| | 160 | ... | ... | 14.000 | 11.188 | 1.406 | 190 | 42.6 | 3.67 | 2.93 | 98.3 |

Tabla A4.3.: Especificaciones de tuberías (Megyey, 1992)

| Aparato | Vida (años) | Aparato | Vida (años) |
|------------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| Calderas vapor | 25 | Digestores | 10 |
| Edificio hormigón | 50 | Espesadores | 5 |
| Edificio ladrillo y acero | 33 | Filtros prensa | 17 |
| Motores eléctricos | 14 | Hornos eléctricos | 20 |
| Trasformadores | 15 | Hornos de gas | 8 |
| Bombas | 20 | Molinos | 12 |
| Columnas | 8 | Refrigerantes | 17 |
| Compresores | 20 | Secaderos | 25 |
| Condensadores y evaporadores | 17 | Tamizadoras | 12 |
| Depósitos | 10 | Tuberías | 15 |

Tabla A4.4.: Vida útil de los equipos (Aries y Newton, 1998)

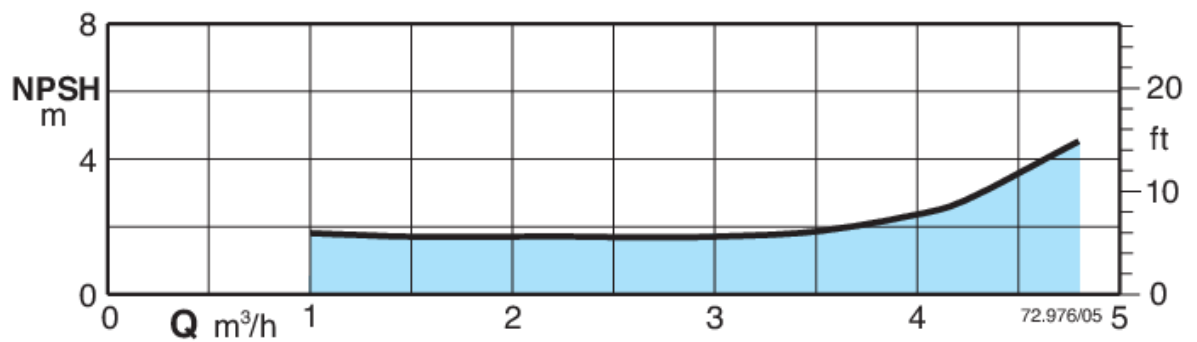


Ilustración A4.3.: Carga neta de succión requerida de la Bomba MXHLM 203 (Calpeda)

Propiedades de vapor saturado de agua

| T (°C) | Presión de vapor (kPa) | Volumen específico (m ³ /kg) | | Entalpía (kJ/kg) | | Entropía (kJ/kg·K) | |
|-----------|---------------------------------|--|---------|---------------------|--------|-----------------------|--------|
| | | Líquido | Vapor | Líquido | Vapor | Líquido | Vapor |
| 0,01 | 0,611 | 0,0010002 | 206,14 | 0,00 | 2501,4 | 0,0000 | 9,1562 |
| 3 | 0,758 | 0,0010001 | 168,132 | 12,57 | 2506,9 | 0,0457 | 9,0773 |
| 6 | 0,935 | 0,0010001 | 137,734 | 25,20 | 2512,4 | 0,0912 | 9,0003 |
| 9 | 1,148 | 0,0010003 | 113,386 | 37,80 | 2517,9 | 0,1362 | 8,9253 |
| 12 | 1,402 | 0,0010005 | 93,784 | 50,41 | 2523,4 | 0,1806 | 8,8524 |
| 15 | 1,705 | 0,0010009 | 77,926 | 62,99 | 2528,9 | 0,2245 | 8,7814 |
| 18 | 2,064 | 0,0010014 | 65,038 | 75,58 | 2534,4 | 0,2679 | 8,7123 |
| 21 | 2,487 | 0,0010020 | 54,514 | 88,14 | 2539,9 | 0,3109 | 8,6450 |
| 24 | 2,985 | 0,0010027 | 45,883 | 100,70 | 2545,4 | 0,3534 | 8,5794 |
| 27 | 3,567 | 0,0010035 | 38,774 | 113,25 | 2550,8 | 0,3954 | 8,5156 |
| 30 | 4,246 | 0,0010043 | 32,894 | 125,79 | 2556,3 | 0,4369 | 8,4533 |
| 33 | 5,034 | 0,0010053 | 28,011 | 138,33 | 2561,7 | 0,4781 | 8,3927 |
| 36 | 5,947 | 0,0010063 | 23,940 | 150,86 | 2567,1 | 0,5188 | 8,3336 |
| 40 | 7,384 | 0,0010078 | 19,523 | 167,57 | 2574,3 | 0,5725 | 8,2570 |
| 45 | 9,593 | 0,0010099 | 15,258 | 188,45 | 2583,2 | 0,6387 | 8,1648 |
| 50 | 12,349 | 0,0010121 | 12,032 | 209,33 | 2592,1 | 0,7038 | 8,0763 |
| 55 | 15,758 | 0,0010146 | 9,568 | 230,23 | 2600,9 | 0,7679 | 7,9913 |
| 60 | 19,940 | 0,0010172 | 7,671 | 251,13 | 2609,6 | 0,8312 | 7,9096 |
| 65 | 25,03 | 0,0010199 | 6,197 | 272,06 | 2618,3 | 0,8935 | 7,8310 |
| 70 | 31,19 | 0,0010228 | 5,042 | 292,98 | 2626,8 | 0,9549 | 7,7553 |
| 75 | 38,58 | 0,0010259 | 4,131 | 313,93 | 2635,3 | 1,0155 | 7,6824 |
| 80 | 47,39 | 0,0010291 | 3,407 | 334,91 | 2643,7 | 1,0753 | 7,6122 |
| 85 | 57,83 | 0,0010325 | 2,828 | 355,90 | 2651,9 | 1,1343 | 7,5445 |
| 90 | 70,14 | 0,0010360 | 2,361 | 376,92 | 2660,1 | 1,1925 | 7,4791 |
| 95 | 84,55 | 0,0010397 | 1,982 | 397,96 | 2668,1 | 1,2500 | 7,4159 |
| 100 | 101,35 | 0,0010435 | 1,673 | 419,04 | 2676,1 | 1,3069 | 7,3549 |
| 105 | 120,82 | 0,0010475 | 1,419 | 440,15 | 2683,8 | 1,3630 | 7,2958 |
| 110 | 143,27 | 0,0010516 | 1,210 | 461,30 | 2691,5 | 1,4185 | 7,2387 |
| 115 | 169,06 | 0,0010559 | 1,037 | 482,48 | 2699,0 | 1,4734 | 7,1833 |
| 120 | 198,53 | 0,0010603 | 0,892 | 503,71 | 2706,3 | 1,5276 | 7,1296 |
| 125 | 232,1 | 0,0010649 | 0,771 | 524,99 | 2713,5 | 1,5813 | 7,0775 |
| 130 | 270,1 | 0,0010697 | 0,669 | 546,31 | 2720,5 | 1,6344 | 7,0269 |
| 135 | 313,0 | 0,0010746 | 0,582 | 567,69 | 2727,3 | 1,6870 | 6,9777 |
| 140 | 316,3 | 0,0010797 | 0,509 | 589,13 | 2733,9 | 1,7391 | 6,9299 |
| 145 | 415,4 | 0,0010850 | 0,446 | 610,63 | 2740,3 | 1,7907 | 6,8833 |
| 150 | 475,8 | 0,0010905 | 0,393 | 632,20 | 2746,5 | 1,8418 | 6,8379 |
| 155 | 543,1 | 0,0010961 | 0,347 | 653,84 | 2752,4 | 1,8925 | 6,7935 |
| 160 | 617,8 | 0,0011020 | 0,307 | 675,55 | 2758,1 | 1,9427 | 6,7502 |
| 165 | 700,5 | 0,0011080 | 0,273 | 697,34 | 2763,5 | 1,9925 | 6,7078 |
| 170 | 791,7 | 0,0011143 | 0,243 | 719,21 | 2768,7 | 2,0419 | 6,6663 |
| 175 | 892,0 | 0,0011207 | 0,217 | 741,17 | 2773,6 | 2,0909 | 6,6256 |
| 180 | 1.002,1 | 0,0011274 | 0,194 | 763,22 | 2778,2 | 2,1396 | 6,5857 |
| 190 | 1.254,4 | 0,0011414 | 0,157 | 807,62 | 2786,4 | 2,2359 | 6,5079 |
| 200 | 1.553,8 | 0,0011565 | 0,127 | 852,45 | 2793,2 | 2,3309 | 6,4323 |
| 225 | 2.548 | 0,0011992 | 0,078 | 966,78 | 2803,3 | 2,5639 | 6,2503 |
| 250 | 3.973 | 0,0012512 | 0,050 | 1.085,36 | 2801,5 | 2,7927 | 6,0730 |
| 275 | 5.942 | 0,0013168 | 0,033 | 1.210,07 | 2785,0 | 3,0208 | 5,8938 |
| 300 | 8.581 | 0,0010436 | 0,022 | 1.344,0 | 2749,0 | 3,2534 | 5,7045 |

Tabla A4.5.: Propiedades del vapor de agua (Ibarz, Albert & Barbosa-Cánovas, Gustavo V., 2005)

| RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES | | | | |
|---|--------|--|---------------------------|-----------|
| Material | ε (mm) | | Material | ε (mm) |
| Plástico (PE, PVC) | 0,0015 | | Fundición asfaltada | 0,06-0,18 |
| Poliéster reforzado con fibra de vidrio | 0,01 | | Fundición | 0,12-0,60 |
| Tubos estirados de acero | 0,0024 | | Acero comercial y soldado | 0,03-0,09 |
| Tubos de latón o cobre | 0,0015 | | Hierro forjado | 0,03-0,09 |
| Fundición revestida de cemento | 0,0024 | | Hierro galvanizado | 0,06-0,24 |
| Fundición con revestimiento bituminoso | 0,0024 | | Madera | 0,18-0,90 |
| Fundición centrífuga | 0,003 | | Hormigón | 0,3-3,0 |

Tabla A4.6.: Rugosidad absoluta de materiales (www.miliarium.com)

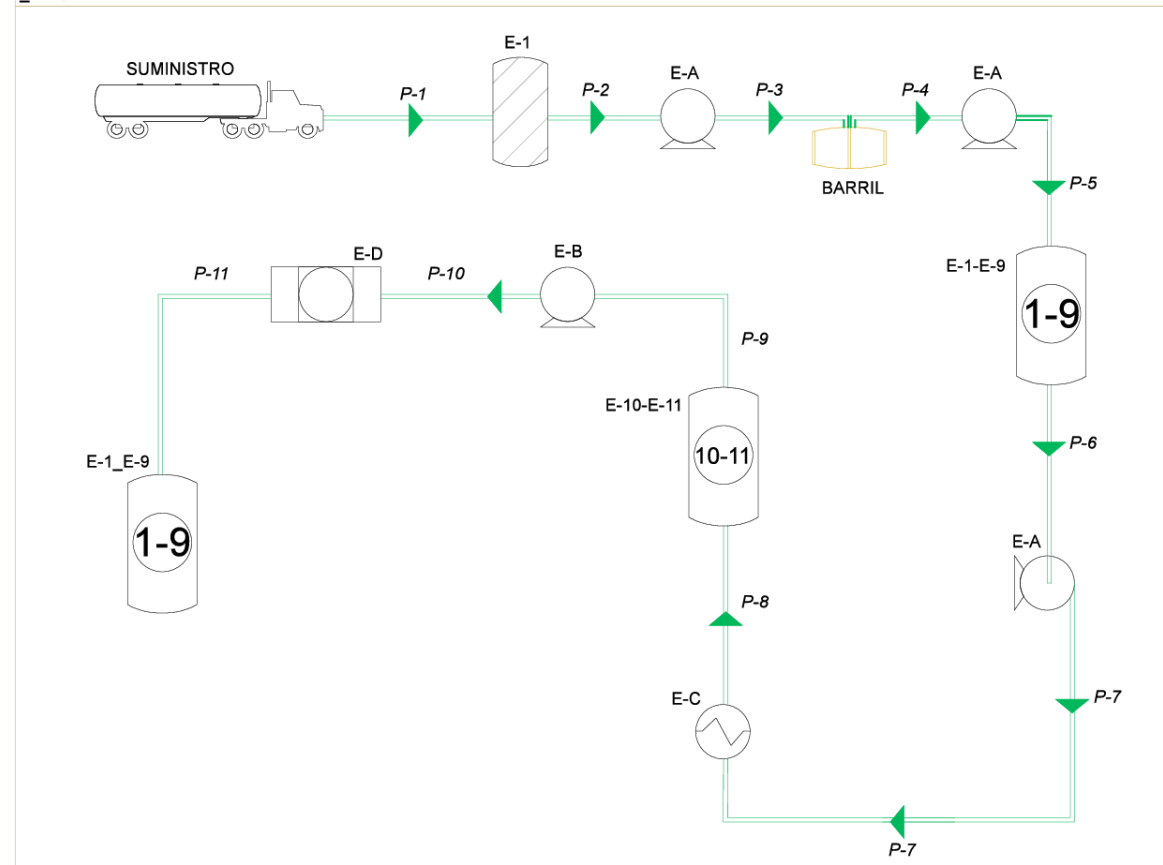
DOCUMENTO N°2: **PLANOS**

DOCUMENTO N°2: PLANOS

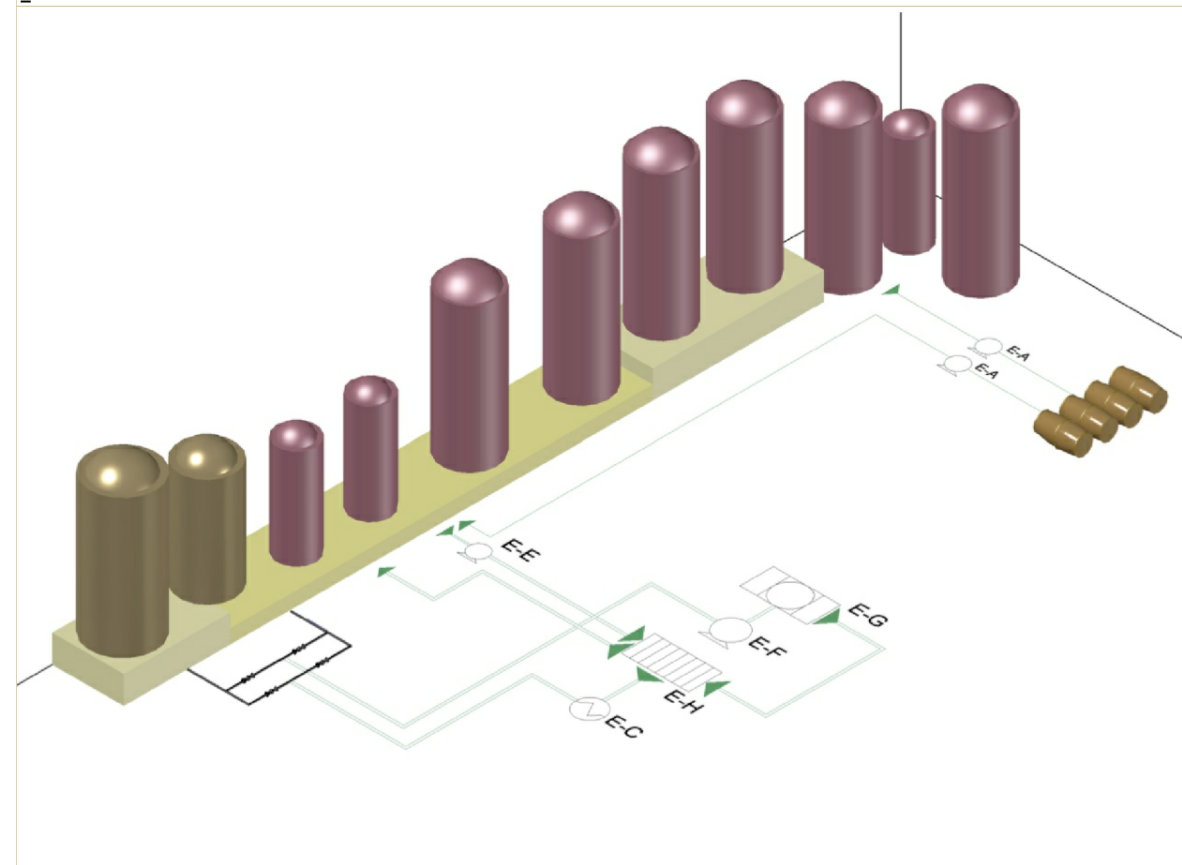
ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----------|
| 1. PLANO 01/05: SITUACIÓN ACTUAL: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA | 4 |
| 2. PLANO 02/05: PROYECTO DE MEJORA: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA | 5 |
| 3. PLANO 03/05: PROYECTO DE MEJORA: ESQUEMA PRECIVO Y DE MEJORA | 6 |
| 4. PLANO 04/05: DETALLES DE LA MAQUINARIA INSTALADA | 7 |
| 5. PLANO 05/05: DETALLES DE LA MAQUINARIA INSTALADA | 8 |

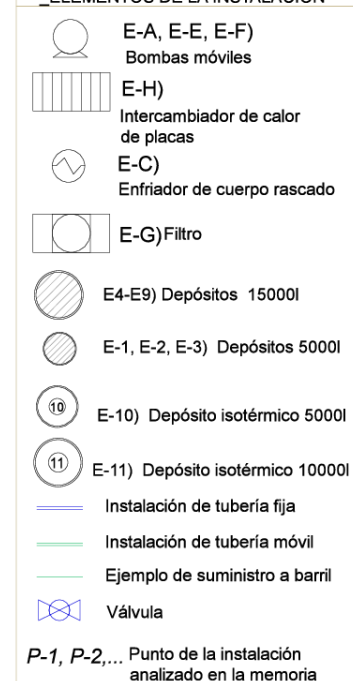
_ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN ACTUAL



_PERSPECTIVA DE LA INSTALACIÓN EN LA BODEGA



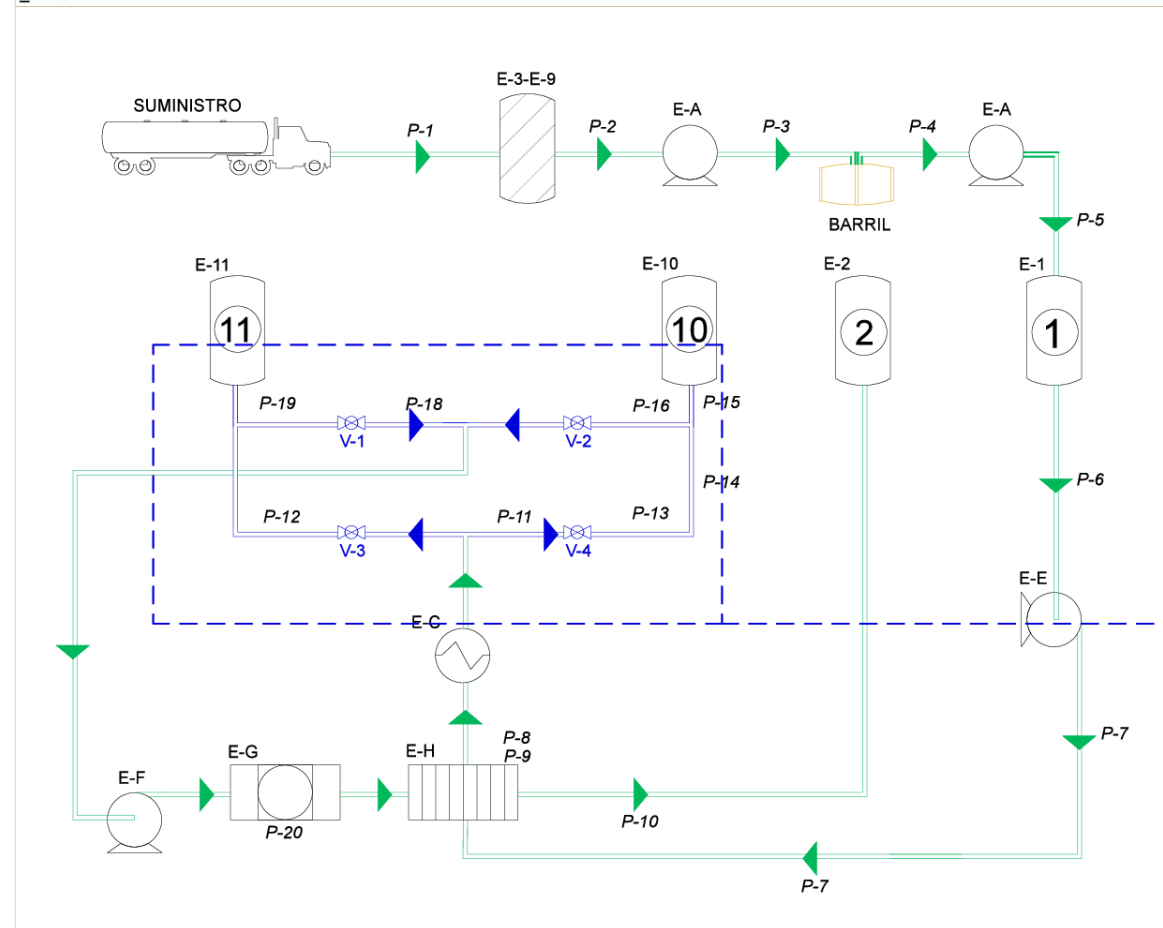
_ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN



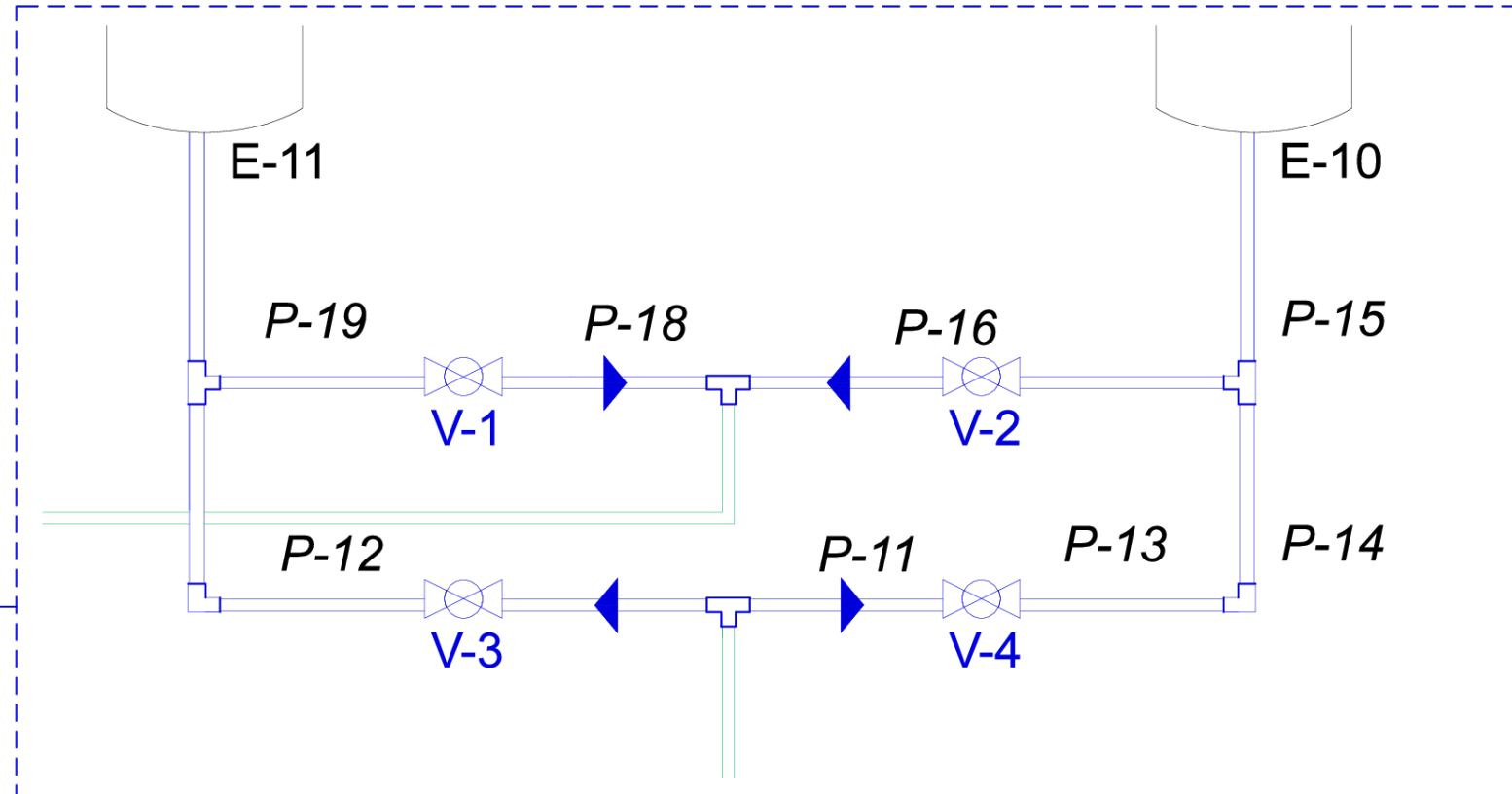
_ELEMENTOS DE LA BODEGA



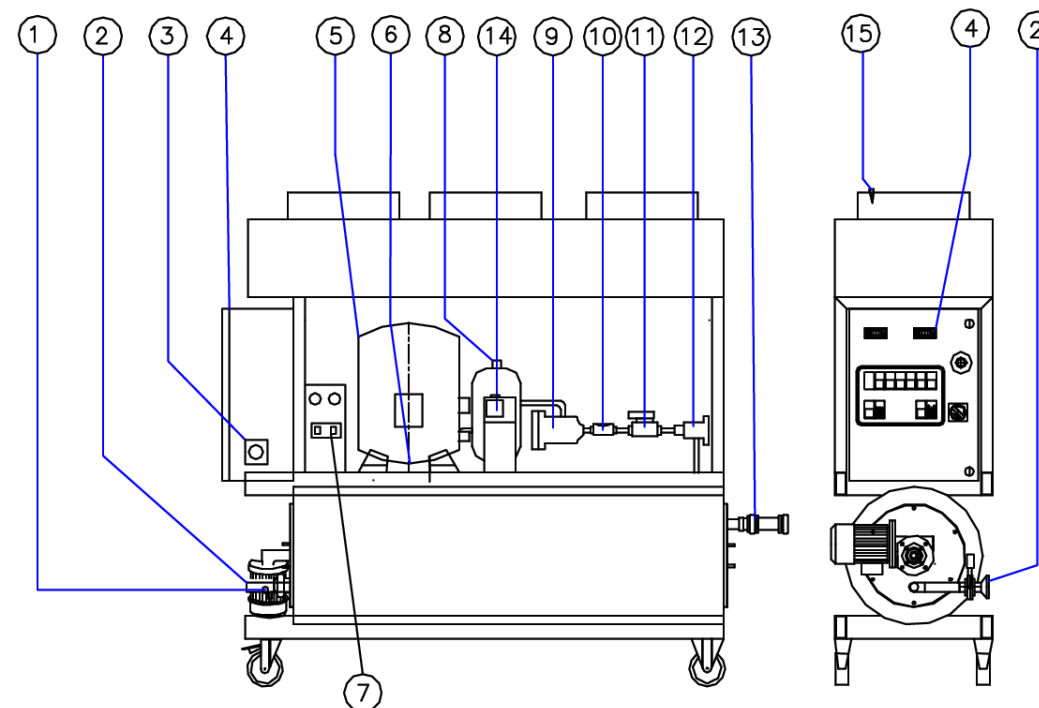
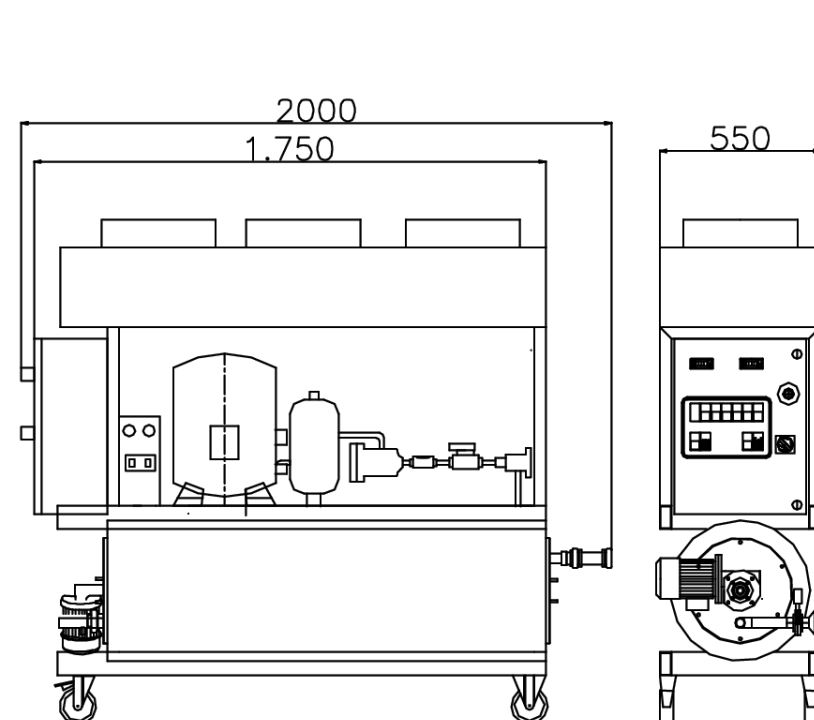
_ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN EN EL PROYECTO DE MEJORA



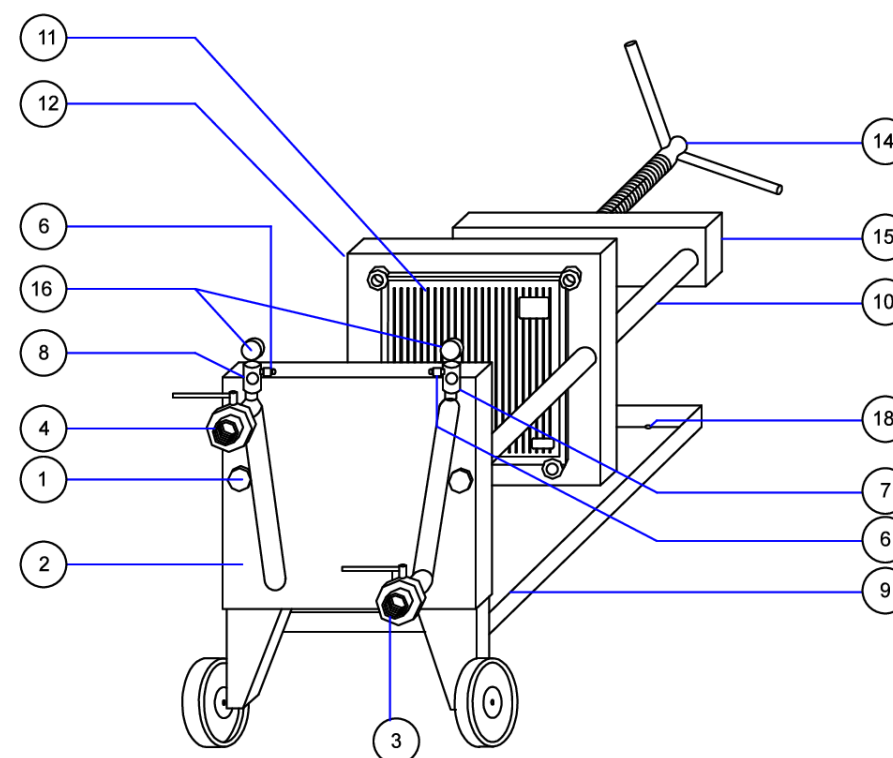
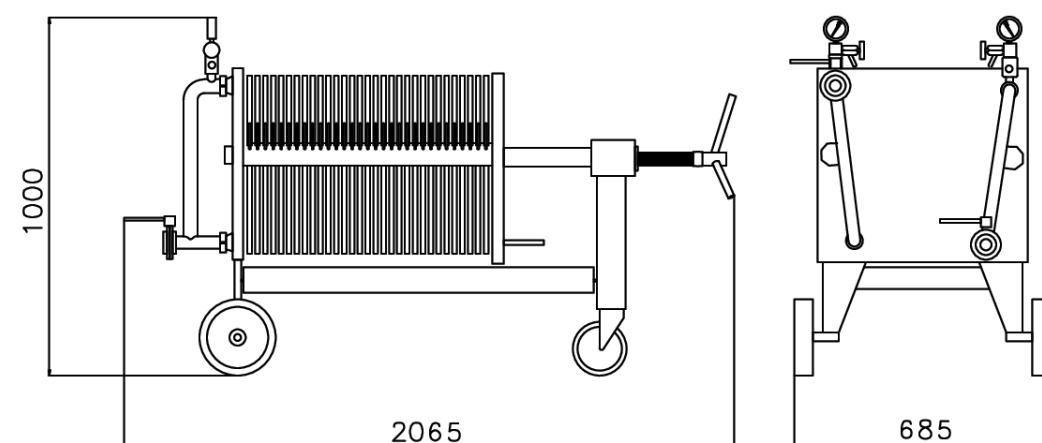
_DETALLE DEL SISTEMA INSTALADO_e_1:75



| | | | |
|--|---|---------|--------|
| Proyecto Fin de Carrera | FACULTAD DE CIENCIAS | | |
| MEJORA DEL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN POR FRÍO DE LOS VINOS DE UNA BODEGA | PROYECTO DE MEJORA _ ESQUEMA PREVIO Y DE MEJORA | | |
| Nº PLAN : 03/05 | FECHA: | ESCALA: | FIRMA: |
| AUTOR: | Noviembre 2013 | 1/150 | |
| Ángel de Alba Moreno | | | |

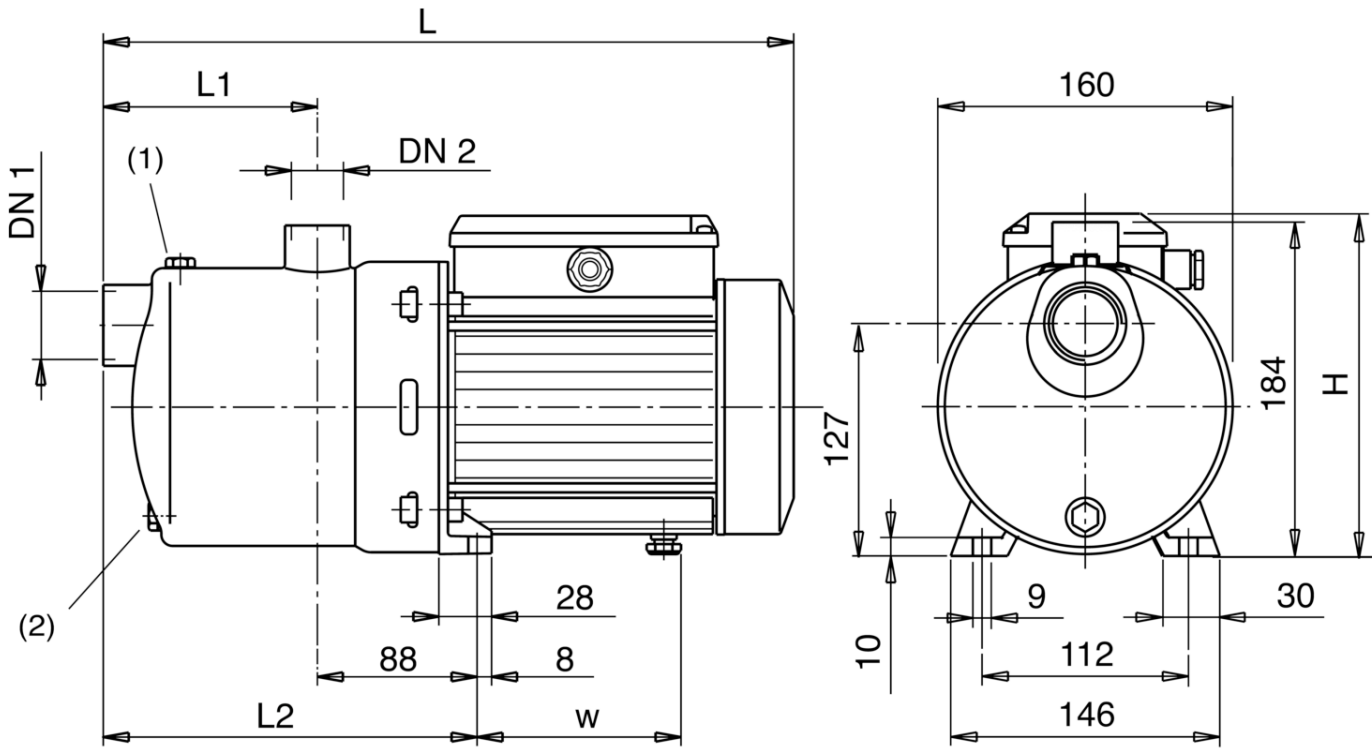
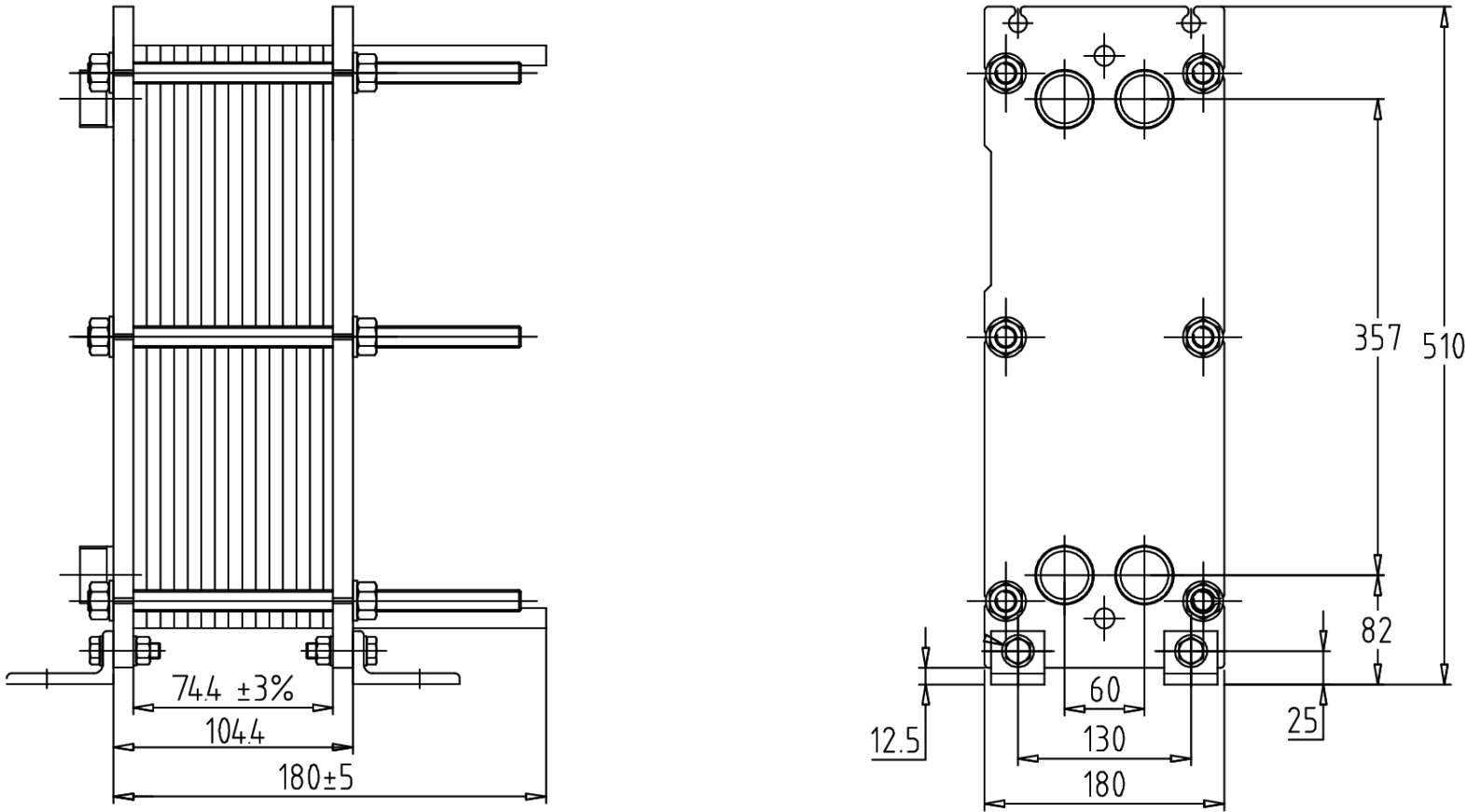


- ① MOTORREDUCTOR
- ② GRIFO
- ③ TOMA PARA BOMBA DE ALIMENTACIÓN
- ④ CUADRO ELÉCTRICO
- ⑤ COMPRESOR
- ⑥ RECALENTAMIENTO ACEITE
- ⑦ PRESOSTATO DOBLE
- ⑧ RECEPTOR DE LÍQUIDO
- ⑨ FILTRO DESHIDRATADOR
- ⑩ INDICADOR DE LÍQUIDO
- ⑪ ELÉCTROVÁLVULO EVR10
- ⑫ VÁLVULA TERMOESTÁTICA
- ⑬ MIRILLA
- ⑭ PRESOSTATO DE ALTA PRESIÓN
- ⑮ CONDENSADOR Y VENTILADORES



- ① UNIDAD DE CIERRE DE LA BARRA DE ACOPLAMIENTO
- ② PLACA FRONTAL DE CIERRE
- ③ VÁLVULA DE ENTRADA
- ④ VÁLVULA DE SALIDA
- ⑤ VÁLVULA DE MUESTREO (OPCIONAL)
- ⑥ VÁLVULA DE DESCARGA DE AIRE
- ⑦ INDICADOR DE MIRILLA DE ENTRADA
- ⑧ INDICADOR DE MIRILLA DE SALIDA
- ⑨ BANDEJA RECOGIDO DE GOTEÓ
- ⑩ BASTIDOR DE COJINETES
- ⑪ ELEMENTO FILTRANTE
- ⑫ PLACA DE CIERRE MÓVIL
- ⑬ TORNILLO DE CIERRE
- ⑭ BARRA TRANSVERSAL
- ⑮ MANÓMETRO
- ⑯ TAPÓN DE DESCARGA
- ⑰ TUBERÍA

| | | | |
|--|-------------------------------------|-----------------|--------|
| Proyecto Fin de Carrera | FACULTAD DE CIENCIAS | | |
| MEJORA DEL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN POR FRÍO DE LOS VINOS DE UNA BODEGA | DETALLES DE LA MAQUINARIA INSTALADA | | |
| Nº PLAN : 04/05 | | | |
| AUTOR: Ángel de Alba Moreno | FECHA: Noviembre 2013 | ESCALA: 1/25 | FIRMA: |



| TIPO MXHM 202E | |
|----------------|-------|
| KG | 6.9 |
| DN1 | G 1/4 |
| DN2 | G1 |

| | | | |
|--|-------------------------------------|----------------|--------|
| Proyecto Fin de Carrera | FACULTAD DE CIENCIAS | | |
| MEJORA DEL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN POR FRÍO DE LOS VINOS DE UNA BODEGA | | | |
| Nº PLAN : 05/05 | DETALLES DE LA MAQUINARIA INSTALADA | | |
| AUTOR: Ángel de Alba Moreno | FECHA: Noviembre 2013 | ESCALA: 1/4 | FIRMA: |

DOCUMENTO N°3:

PLIEGO DE

CONDICIONES

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----------|
| 1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES | 7 |
| 1.1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES | 7 |
| 1.1.1. ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES | 7 |
| 1.1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRARIO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES. | 7 |
| 1.1.3. FORMA Y DIMENSIONES | 8 |
| 1.1.4. CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA | 8 |
| 1.1.5. DOCUMENTOS DE OBRA | 8 |
| 1.1.6. LEGISLACIÓN SOCIAL | 8 |
| 1.1.7. SEGURIDAD PÚBLICA | 8 |
| 1.1.8. NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL | 8 |
| 1.1.9. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS | 8 |
| 1.1.10. SUBCONTRATOS O DESTAJOS | 9 |
| 1.2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO | 9 |
| 1.2.1. DEFINICIONES | 9 |
| 1.2.1.1. PROPIEDAD O PROPIETARIO | 9 |
| 1.2.1.2. INGENIERO-DIRECTOR | 10 |
| 1.2.1.3. DIRECCIÓN FACULTATIVA | 10 |
| 1.2.1.4. SUMINISTRADOR | 10 |
| 1.2.1.5. CONTRATA O CONTRATISTA | 10 |
| 1.2.1.6. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD | 13 |
| 1.2.1.7. ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN | 13 |
| 1.2.2. OFICINA DE OBRA | 13 |
| 1.2.3. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES. | 14 |
| 1.2.4. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO | 14 |
| 1.2.5. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL INGENIERO-DIRECTOR | 15 |
| 1.2.6. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA | 15 |
| 1.2.7. DESPIDOS POR FALTA DE SUBORDINACIÓN, POR INCOMPETENCIA O POR MANIFIESTA MALA FE | 15 |
| 1.2.8. DAÑOS MATERIALES | 15 |
| 1.2.9. RESPONSABILIDAD CIVIL | 16 |
| 1.2.10. ACCESOS Y VALLADO DE LAS OBRAS | 17 |
| 1.2.11. REPLANTEO | 17 |
| 1.2.12. ORDEN DE LOS TRABAJOS | 17 |
| 1.2.13. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS | 18 |
| 1.2.14. LIBRO DE ÓRDENES | 18 |
| 1.2.15. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS | 18 |
| 1.2.16. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS | 18 |
| 1.2.17. PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR | 19 |
| 1.2.18. OBRAS OCULTAS | 19 |
| 1.2.19. TRABAJOS DEFECTUOSOS | 19 |
| 1.2.20. MODIFICACIÓN DE TRABAJOS DEFECTUOSOS | 20 |
| 1.2.21. VICIOS OCULTOS | 20 |
| 1.2.22. MATERIALES Y SU PROCEDENCIA | 20 |
| 1.2.23. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS | 20 |
| 1.2.24. MATERIALES NO UTILIZADOS | 20 |
| 1.2.25. MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS | 21 |
| 1.2.26. MEDIOS AUXILIARES | 21 |
| 1.2.27. LIMPIEZA DE LAS OBRAS | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 1.2.28. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS | 21 |
| 1.2.29. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES | 22 |
| 1.2.30. ACTA DE RECEPCIÓN | 22 |
| 1.2.31. NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES | 22 |
| 1.2.32. DOCUMENTACIÓN FINAL | 23 |
| 1.2.33. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE | 24 |
| 1.2.34. MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS. | 24 |
| 1.2.35. RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS | 25 |
| 1.2.36. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA. | 26 |
| 1.2.37. PLAZO DE GARANTÍA | 26 |
| 1.2.38. PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA | 26 |
| 1.3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA | 27 |
| 1.3.1. BASE FUNDAMENTAL | 27 |
| 1.3.2. GARANTÍA | 27 |
| 1.3.3. FIANZA | 27 |
| 1.3.4. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA | 28 |
| 1.3.5. DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL | 28 |
| 1.3.6. DE SU DEVOLUCIÓN EN CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES | 28 |
| 1.3.7. REVISIÓN DE PRECIOS | 28 |
| 1.3.8. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS | 29 |
| 1.3.9. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS | 29 |
| 1.3.10. DESCOMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS | 29 |
| 1.3.10.1. MATERIALES. | 30 |
| 1.3.10.2. MANO DE OBRA. | 30 |
| 1.3.10.3. TRANSPORTES DE MATERIALES. | 30 |
| 1.3.10.4. TANTO POR CIENTO DE MEDIOS AUXILIARES Y DE SEGURIDAD. | 30 |
| 1.3.10.5. TANTO POR CIENTO DE SEGUROS Y CARGAS FISCALES. | 30 |
| 1.3.10.6. TANTO POR CIENTO DE GASTOS GENERALES Y FISCALES. | 30 |
| 1.3.10.7. TANTO POR CIENTO DE BENEFICIO INDUSTRIAL DEL CONTRATISTA. | 30 |
| 1.3.11. PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN MATERIAL | 31 |
| 1.3.12. PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA | 31 |
| 1.3.13. GASTOS GENERALES Y FISCALES | 31 |
| 1.3.14. GASTOS IMPREVISTOS | 31 |
| 1.3.15. BENEFICIO INDUSTRIAL | 31 |
| 1.3.16. HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA | 32 |
| 1.3.17. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA | 32 |
| 1.3.17.1. MEDIOS AUXILIARES. | 32 |
| 1.3.17.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA. | 32 |
| 1.3.17.3. ENERGÍA ELÉCTRICA. | 32 |
| 1.3.17.4. VALLADO. | 32 |
| 1.3.17.5. ACCESOS. | 32 |
| 1.3.17.6. MATERIALES NO UTILIZADOS. | 32 |
| 1.3.17.7. MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS. | 32 |
| 1.3.17.8. ENSAYOS Y PRUEBAS. | 32 |
| 1.3.18. PRECIOS CONTRADICTORIOS | 33 |
| 1.3.19. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS | 33 |
| 1.3.20. ABONO DE LAS OBRAS | 33 |
| 1.3.21. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS POR PARTIDA ALZADA | 34 |
| 1.3.22. ABONOS DE OTROS TRABAJOS NO CONTRATADOS | 34 |
| 1.3.23. ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS EN EL PERIODO DE GARANTIA | 35 |
| 1.3.24. OBRAS NO TERMINADAS. | 35 |
| 1.3.25. CERTIFICACIONES | 35 |
| 1.3.26. DEMORA EN LOS PAGOS | 36 |
| 1.3.27. PENALIZACIÓN ECONÓMICA AL CONTRATISTA POR EL INCUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS | 37 |
| 1.3.28. MEJORAS Y AUMENTOS | 37 |
| 1.3.29. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES | 38 |

| | |
|---|-----------|
| 1.3.30. RESCISIÓN DEL CONTRATO | 38 |
| 1.3.31. SEGURO DE LAS OBRAS | 38 |
| 1.3.32. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS | 39 |
| 1.3.33. USO POR EL CONTRATISTA DE LA EDIFICACION O BIENES DEL PROPIETARIO | 39 |
| 1.3.34. PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS | 39 |
| 1.3.35. GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCION Y MONTAJE DE INSTALACIONES | 39 |
| 1.4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL | 40 |
| 1.4.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO | 40 |
| 1.4.2. PLAN DE OBRA | 40 |
| 1.4.3. PLANOS | 40 |
| 1.4.4. ESPECIFICACIONES | 40 |
| 1.4.5. OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES | 40 |
| 1.4.6. DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES | 41 |
| 1.4.7. ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES | 41 |
| 1.4.8. ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES | 41 |
| 1.4.9. INSTRUCCIONES ADICIONALES | 41 |
| 1.4.10. COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS | 41 |
| 1.4.11. PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES | 42 |
| 1.4.12. CONTRATO | 42 |
| 1.4.12.1. POR TANTO ALZADO | 42 |
| 1.4.12.2. POR UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS | 42 |
| 1.4.12.3. POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O INDIRECTA | 42 |
| 1.4.12.4. POR CONTRATO DE MANO DE OBRA | 42 |
| 1.4.13. CONTRATOS SEPARADOS | 42 |
| 1.4.14. SUBCONTRATOS | 42 |
| 1.4.15. ADJUDICACIÓN | 42 |
| 1.4.16. SUBASTAS Y CONCURSOS | 43 |
| 1.4.17. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO | 43 |
| 1.4.18. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA | 43 |
| 1.4.20. SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO | 44 |
| 1.4.21. DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO | 44 |
| 1.4.22. FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD | 44 |
| 1.4.23. DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO | 44 |
| 1.4.24. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO | 44 |
| 1.4.25. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA | 45 |
| 1.4.26. PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS | 45 |
| 1.4.27. DAÑOS A TERCEROS | 45 |
| 1.4.28. POLICÍA DE OBRA | 45 |
| 1.4.29. ACCIDENTES DE TRABAJO | 45 |
| 1.4.30. RÉGIMEN JURÍDICO | 46 |
| 1.4.31. SEGURIDAD SOCIAL | 46 |
| 1.4.32. RESPONSABILIDAD CIVIL | 46 |
| 1.4.33. IMPUESTOS | 47 |
| 1.4.34. DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS | 47 |
| 1.4.35. HALLAZGOS | 47 |
| 2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. | 48 |
| 2.1. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES, SOBRE LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA Y SOBRE VERIFICACIONES EN LA OBRA TERMINADA. | 48 |
| 2.2. CLÁUSULAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A LAS UNIDADES DE OBRA | 50 |
| 2.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA | 50 |
| 2.3.1. FORMA GENERAL DE EJECUTAR LOS TRABAJOS | 50 |
| 2.3.2. MANO DE OBRA | 50 |
| 2.3.3. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA | 51 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.4. CONDICIONES PARA LOS MATERIALES | 51 |
| 2.3.4.1. CONDICIONES GENERALES PARA LOS MATERIALES | 51 |
| 2.3.4.2. MATERIALES NO ESPECIFICADOS | 51 |
| 2.3.4.3. ENSAYOS | 51 |
| 2.4. PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA INSTALACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS. | 51 |
| 2.4.1. OBJETO | 51 |
| 2.4.2. NORMATIVA VIGENTE | 52 |
| 2.4.3. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS | 52 |
| 2.4.4. INSTALADORES | 52 |
| 2.4.5. USUARIOS | 53 |
| 2.4.6. IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA E INSTRUCC. DE USO | 53 |
| 2.4.7. INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO | 53 |
| 2.4.8. INSPECCIONES Y REVISIONES PERIÓDICAS | 54 |
| 2.4.9. REGLAS GENERALES DE SEGURIDAD | 54 |
| 2.4.9.1. MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES. | 54 |
| 2.4.9.2. ESTABILIDAD DE LAS MÁQUINAS | 54 |
| 2.4.9.3. PARTES ACCESIBLES. | 54 |
| 2.4.9.4. ELEMENTOS MÓVILES. | 54 |
| 2.4.9.5. MÁQUINAS ELÉCTRICAS. | 55 |
| 2.4.9.6. RUIDOS Y VIBRACIONES. | 55 |
| 2.4.9.7. PUESTO DE MANDO DE LAS MÁQUINAS. | 55 |
| 2.4.9.8. PUESTA EN MARCHA DE LAS MÁQUINAS. | 55 |
| 2.4.9.9. DESCONEXIÓN DE LA MÁQUINA. | 55 |
| 2.4.9.10. PARADA DE EMERGENCIA. | 56 |
| 2.4.9.11. MANTENIMIENTO, AJUSTE, REGULACIÓN, ENGRASE, ALIMENTACIÓN U OTRAS OPERACIONES A EFECTUAR EN LAS MÁQUINAS. | 56 |
| 2.4.9.12. TRANSPORTE | 56 |
| 2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA INSTALADA. | 57 |
| 2.5.1 CONDICIONES PARA LOS EQUIPOS | 57 |
| 2.5.1.1. CONDICIONES PARA EL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACA | 57 |
| 2.5.1.2. CONDICIONES PARA EN FILTRO | 57 |
| 2.5.1.3. CONDICIONES PARA LAS BOMBAS | 57 |
| 2.5.1.4. CONDICIONES PARA LAS TUBERÍAS | 58 |
| 2.5.1.4.1. CONDICIONES GENERALES DE TUBERIAS FIJAS | 58 |
| 2.5.1.4.2. CONDICIONES GENERALES DE TUBERIAS FLEXIBLES | 58 |
| 2.5.1.4.3. CONDICIONES PARA LOS ACCESORIOS | 58 |
| 2.5.1.4.4. CONDICIONES PARA LAS VÁLVULAS | 58 |
| 3. CONDICIÓN FINAL | 59 |

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES

1.1.1. ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones Generales tiene por finalidad regular la ejecución de todas las obras e instalaciones que integran el proyecto en el que se incluye, así como aquellas que estime convenientes su realización la Dirección Facultativa del mismo, estableciendo los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando aquellas actuaciones que correspondan según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Propietario de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones para el cumplimiento del contrato de obra.

El Contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra.

En referencia a la interpretación del mismo, en caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

1.1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES.

Los documentos que integran el contrato, relacionados por orden de importancia y preferencia, en cuanto al valor de sus especificaciones, en caso de omisión o de aparente contradicción, son los siguientes:

- La Memoria Descriptiva en la que se describen con detalle las instalaciones.
- Los Anexos a la Memoria o Memoria Técnica en la que se reflejan todos los cálculos y estudios teóricos necesarios para la realización del proyecto.
- Los Planos en la que se define la situación de la planta así como su diseño.
- El Pliego de Condiciones en el que se presenta una descripción de las instalaciones.
- El Presupuesto en el que se definen, especificando su número, las unidades completas.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud.
- Proyecto de control de la edificación.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Deberá incluir aquellas condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad acreditadas, si la obra así lo requiere.

1.1.3. FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como los materiales a emplear, se ajustarán en todo momento a lo establecido y detallado en los planos, especificaciones y estados de las mediciones adjuntos al presente proyecto.

Siempre cabrá la posibilidad de realizar modificaciones oportunas a pie de obra que podrán ser realizadas por el Ingeniero-Director.

1.1.4. CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, los materiales y mano de obra deberán satisfacer las que se detallan en los Pliegos de Condiciones Técnicas.

1.1.5. DOCUMENTOS DE OBRA

En la oficina de obras, existirá en todo momento un ejemplar completo del proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes, disposiciones legales y ordenanzas a que se hacen referencia en los distintos documentos que integran el presente proyecto.

1.1.6. LEGISLACIÓN SOCIAL

El Contratista, estará obligado al exacto cumplimiento de toda legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente, y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo, e incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquéllas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

1.1.7. SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista que resultara adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de materiales, equipos, etc., con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

1.1.8. NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL

En la ejecución del presente proyecto se aplicarán todas las Normas y Órdenes que se relacionan en el apartado de disposiciones legales de la memoria descriptiva y todas aquellas normas, reglamentos y ordenanzas que estén vigentes en ese momento.

1.1.9. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

El personal de la Administración, así como el Ingeniero-Director de las obras o a sus delegados, tendrá acceso libre y en cualquier momento a cualquier parte de las obras y a las instalaciones de suministro o auxiliares motivadas por aquella.

El Ingeniero-Director resolverá cualquier cuestión que surja en lo referente a la calidad de los materiales empleados, ejecución de las distintas unidades de obra contratada, interpretación de planos y especificaciones y, en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos encomendados.

1.1.10. SUBCONTRATOS O DESTAJOS

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo del Ingeniero-Director de las mismas.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato, deberán formularse por escrito, con suficiente antelación, aportando los datos sobre este subcontrato así como sobre la organización que ha de realizarlo. La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual.

La Dirección de Obra está facultada para decidir la exclusión de un destajista por ser éste incompetente o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión el Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas para la rescisión.

1.2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

En este apartado se describen y regulan las relaciones en la contrata y la dirección facultativa para la instalación de la maquinaria y la adecuación de las distintas instalaciones.

1.2.1. DEFINICIONES

1.2.1.1. PROPIEDAD O PROPIETARIO

Se denominará como “Propiedad” o “Propietario” a la entidad, física o jurídica, pública o privada que, individual o colectivamente, impulsa, programa, financia y encarga, bien con recursos propios o ajenos, la redacción y ejecución las obras del presente proyecto.

La Propiedad o el Propietario se atenderán a las siguientes obligaciones:

Ostentar, sobre el solar o ubicación física, la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Nombrar a los técnicos proyectistas y directores de obra y de la ejecución material.

Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.

Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.

ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS, la Propiedad proporcionará al Ingeniero-Director una copia del contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto de las obras a ejecutar, confeccionado por el Contratista y aceptado por él. De igual manera, si así fuera necesario, proporcionará el permiso para llevar a cabo los trabajos si fuera necesario.

DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, la Propiedad no podrá en ningún momento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno. En todo caso, dichas órdenes serán transmitidas a través de la Dirección Facultativa.

UNA VEZ TERMINADAS Y ENTREGADAS LAS OBRAS, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización expresa del Ingeniero autor del proyecto.

1.2.1.2. INGENIERO-DIRECTOR

Será aquella persona que, con acreditada titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las obras, y en tal sentido, será el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o por sus representantes.

El Ingeniero-Director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Le corresponden, además las facultades expresadas en el presente Pliego de Condiciones Generales, las siguientes:

- a) Redactar los complementos, rectificaciones y anexos técnicos del proyecto que se precisen.
- b) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las eventualidades que se presenten e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- c) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- d) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- e) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir, en unión del Aparejador o Arquitecto Técnico, el certificado final de la misma.

1.2.1.3. DIRECCIÓN FACULTATIVA

Estará formada por el Ingeniero-Director y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al Ingeniero-Director en la realización de su cometido, ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancia, así como las específicas por él encomendadas.

1.2.1.4. SUMINISTRADOR

Será aquella entidad o persona física o jurídica, que mediante el correspondiente contrato, realice la venta de alguno de los materiales y/o equipos comprendidos en el presente proyecto. La misma denominación recibirá quien suministre algún material, pieza o elemento no incluido en el presente proyecto, cuando su adquisición haya sido considerada como necesaria por parte del Ingeniero-Director para el correcto desarrollo de los trabajos.

1.2.1.5. CONTRATA O CONTRATISTA

Será aquella entidad o persona jurídica que reciba el encargo de ejecutar algunas de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, con los medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto

técnico que las define, al contrato firmado con la Propiedad, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Generales, podrá ser representado por un Delegado previamente aceptado por parte de la Dirección Facultativa.

Este Delegado tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de los trabajos y poner en prácticas las órdenes recibidas del Ingeniero-Director.
- Proponer a la Dirección Facultativa colaborar en la resolución de los problemas que se planteen en la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero-Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo estimase oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico Delegado. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero-Director para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Por otra parte, el Ingeniero-Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

Se sobrentiende que antes de la firma del contrato, el Contratista ha examinado toda la documentación necesaria del presente proyecto para establecer una evaluación económica de los trabajos, estando conforme con ella, así como *ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS* el Contratista manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

Son obligaciones del Contratista:

- a) La ejecución de las obras alcanzando la calidad exigida en el proyecto cumpliendo con los plazos establecidos en el contrato y la legislación aplicable, con sujeción a las instrucciones de la Dirección Facultativa.
- b) Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- c) Designar al Jefe de obra, que asumirá la representación técnica del Contratista y que, con dedicación plena permanecerá en la obra a lo largo de toda la jornada legal de trabajo hasta la recepción de la obra, así como por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra, el cual deberá cumplir las indicaciones de la Dirección Facultativa, custodiando y firmando el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en los mismos, así como cerciorarse de la correcta instalación de los medios auxiliares, comprobar replanteos y realizar otras operaciones técnicas.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales correctos que su importancia requiera.
- e) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.

- f) Firmar el acta de replanteo y el acta de recepción de la obra.
- g) Facilitar al Jefe de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- h) Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente, concertando además los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- i) Redactar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, vigilando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.
- j) Designar al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra entre su personal técnico cualificado con presencia permanente en la obra el cual velará por el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad y salud precisas según normativa vigente y el plan de Seguridad y Salud.
- k) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- l) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- m) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- n) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- o) Abonar todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.
- p) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- q) Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- r) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- s) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- t) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados, debidamente homologados y acreditados para el cometido de sus funciones.
- u) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E. (Ley de Ordenación de la Edificación).

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra, bajo su responsabilidad, previo consentimiento de la Propiedad y de la Dirección Facultativa, asumiendo en cualquier caso el Contratista las actuaciones de las subcontratas.

La Propiedad podrá introducir otros constructores o instaladores, además de los del Contratista, para que trabajen simultáneamente con ellos en las obras, bajo las instrucciones de la Dirección Facultativa.

El Contratista, a la vista del proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Ingeniero-Director.

El Contratista tendrá a su disposición el proyecto de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos, marcas de calidad; ensayos homologados, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el Ingeniero.

1.2.1.6. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Será aquel personal técnico cualificado designado por el Contratista que velará por el estricto cumplimiento de las medidas precisas según normativa vigente contempladas en el Plan de Seguridad y Salud, correspondiéndole durante la ejecución de la obra, las siguientes funciones:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- b) Adoptar aquellas decisiones técnicas y de índole organizativa con la finalidad de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, y especialmente los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva recogidos en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y velar por la correcta aplicación de la metodología de los trabajos.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.
- f) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- g) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- h) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

1.2.1.7. ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Las entidades de control de calidad de la edificación prestarán asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales, de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Dicha asistencia técnica se realiza mediante ensayos y/o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (Art. 14 de la L.O.E.):

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al autor del encargo y, en todo caso, al Ingeniero-Director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

1.2.2. OFICINA DE OBRA

El Contratista habilitará en la propia obra, una oficina, local o habitáculo, convenientemente acondicionado para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la

jornada, que contendrá como mínimo una mesa y tableros donde se expongan todos los planos correspondientes al presente proyecto y de obra que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuantos documentos estime convenientes la citada Dirección. Al menos, los documentos básicos que estarán en la mencionada oficina de obra son los siguientes:

- El proyecto de ejecución, incluidos los complementos y anexos que redacte el Ingeniero.
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El plan de seguridad y salud.
- El libro de incidencias.
- El proyecto de Control de Calidad y su libro de registro, si existiese.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros que deba suscribir.

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estarán en la obra, y acompañará al Ingeniero-Director y a sus representantes en las visitas que lleven a cabo a las obras, incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos para la obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que consideren necesarios, suministrándoles asimismo los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

1.2.3. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

Es obligación del Contratista el ejecutar, cuando sea posible y así se determine como necesario para la buena realización y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el presente Pliego de Condiciones Generales, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra, y tipo de ejecución.

Se entenderá por reformado de proyecto, con consentimiento expreso de la Propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

1.2.4. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El Constructor podrá requerir del Ingeniero-Director, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, croquis y esquemas de montaje, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el “enterado”, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las obras como el Ingeniero-Director.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, habrá de dirigirla, dentro del plazo de cinco (5) días, al inmediato técnico

superior que la hubiera dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.2.5. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL INGENIERO-DIRECTOR

Las reclamaciones que el Contratista quiera formular contra las órdenes facilitadas por el Ingeniero-Director, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, y a través del mismo si son de origen económico. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna.

Aún así, el Contratista podrá salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero-Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

1.2.6. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero-Director o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las obras, ni solicitar que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los trabajos de reconocimiento y mediciones.

Cuando se crea perjudicado con los resultados de las decisiones de la Dirección Facultativa, el Contratista podrá proceder de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente (Artículo 2.5), pero sin que por esta causa pueda interrumpirse, ni perturbarse la marcha de los trabajos.

1.2.7. DESPIDOS POR FALTA DE SUBORDINACIÓN, POR INCOMPETENCIA O POR MANIFIESTA MALA FE

En los supuestos de falta de respeto y de obediencia al Ingeniero-Director, a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, incompetencia o negligencia grave que comprometan y/o perturben la marcha de los trabajos, éste podrá requerir del Contratista apartar e incluso despedir de la obra a sus dependientes u operarios, cuando el Ingeniero-Director así lo estime necesario.

1.2.8. DAÑOS MATERIALES

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso edificatorio responderán frente a la Propiedad y los terceros adquirentes de las obras o partes de las mismas, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante diez años, de los daños materiales causados en la edificación por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del mismo.
- b) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del art. 3 de la L.O.E.

El Contratista también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

1.2.9. RESPONSABILIDAD CIVIL

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder. No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, la Propiedad responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en la edificación ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad de la Propiedad que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un ingeniero proyectista, los mismos responderán solidariamente. Los ingenieros proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El Contratista responderá directamente de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al Jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el Contratista subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El Contratista y el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la Dirección Facultativa de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al ingeniero proyectista.

Cuando la Dirección Facultativa de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso edificatorio, si se prueba que aquellos fueron ocasionados fortuitamente, por fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

1.2.10. ACCESOS Y VALLADO DE LAS OBRAS

El Contratista dispondrá por su cuenta de todos los accesos a la obra así como el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de Seguridad y Salud podrá exigir su modificación o mejora.

1.2.11. REPLANTEO

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales, dentro de los treinta (30) días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero-Director para que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de la misma, que será el especificado en el contrato. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

En caso de que este plazo no se encuentre especificado en el Contrato, se considerará el existente en el Plan de Seguridad y Salud o en su defecto en la memoria descriptiva del presente proyecto.

En un plazo inferior a los cinco (5) días posteriores a la notificación de la adjudicación de las obras, se comprobará en presencia del Contratista, o de un representante, el replanteo de los trabajos, sometiéndolo a la aprobación del Ingeniero- Director y una vez que éste haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero-Director, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se realice a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero-Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

1.2.12 ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias del orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha en que se notifique la adjudicación definitiva de las obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente al Ingeniero-Director un Programa de Trabajos en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras.

El citado Programa de Trabajo una vez aprobado por el Ingeniero-Director, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

El Ingeniero-Director podrá establecer las variaciones que estime oportunas por circunstancias de orden técnico o facultativo, comunicando las órdenes correspondientes al Contratista, siendo éstas de obligado cumplimiento, y el Contratista directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de las obras sea objeto de variación, salvo casos de fuerza mayor o culpa de la Propiedad debidamente justificada.

1.2.13. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.2.14. LIBRO DE ÓRDENES

El Contratista tendrá siempre en la oficina de obra y a disposición del Ingeniero-Director un “Libro de Ordenes y Asistencia”, con sus hojas foliadas por duplicado, en el que redactará las que crea oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los operarios, los viandantes en general, las fincas colindantes y/o los inquilinos en las obras de reforma que se efectúen en edificaciones habitadas, así como las que crea necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias constructivas que haya observado en las diferentes visitas a la obra, y en suma, todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo correctamente y de acuerdo, en armonía con los documentos del proyecto.

Cada orden deberá ser extendida y firmada por el Ingeniero- Director y el “Enterado” suscrito con la firma del Contratista o de su encargado en la obra. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Ingeniero-Director.

El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, no supone eximente o atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

1.2.15. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero-Director al Contratista siempre que éstas encajen en la cifra a la que ascienden los presupuestos aprobados.

1.2.16. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones facilitadas por el Ingeniero-Director en tanto se formulan o se tramita el proyecto reformado.

El Contratista está obligado a realizar con cargo a su propio personal y con sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga los apuntalamientos, apeos, derribos, recalzos o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

1.2.17. PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión en el capítulo correspondiente a la Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderla, o no fuera capaz de terminarla en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del Contratista, previo informe favorable del Ingeniero-Director.

Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero-Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originará en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

1.2.18. OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las obras, el Contratista levantará los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose de la siguiente manera:

- Uno a la Propiedad.
- Otro al Ingeniero-Director.
- Y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados y se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las correspondientes mediciones.

1.2.19. TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente proyecto que cumplan las condiciones generales y particulares de índole técnica del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos, de acuerdo con el mismo, siempre según las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las posibles faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero-Director, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

1.2.20. MODIFICACIÓN DE TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero-Director advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los equipos y aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas del Contratista.

Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y posterior reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero-Director, quien resolverá según el siguiente apartado del presente Pliego de Condiciones.

1.2.21. VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero-Director tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva de la obra, la realización de ensayos, destructivos o no, así como aquellas demoliciones o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que se supongan como defectuosos. No obstante, la recepción definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos.

Los gastos de demolición o desinstalación como consecuencia de la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras, así como los de reconstrucción o reinstalación que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

1.2.22. MATERIALES Y SU PROCEDENCIA

El Contratista tendrá la libertad de proveerse y dotarse de los materiales, equipos y aparatos de todas clases en los puntos que estime convenientes, exceptuando aquellos casos en los que el proyecto preceptúe expresamente una determinada localización o emplazamiento.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Ingeniero-Director una lista completa de los materiales, equipos y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, sellos, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.2.23. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

El Contratista presentará al Ingeniero-Director, de acuerdo con el artículo anterior, las muestras de los materiales y las especificaciones de los equipos y aparatos a utilizar, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

1.2.24. MATERIALES NO UTILIZADOS

El Contratista, a su costa, transportará y colocará los materiales y escombros procedentes de las excavaciones, demoliciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado que se le designe para no causar perjuicios a la marcha de los trabajos.

De la misma forma, el Contratista queda obligado a retirar los escombros ocasionados, trasladándolos al vertedero autorizado.

Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero-Director, mediante acuerdo previo con el Contratista estableciendo su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos correspondientes a su transporte.

1.2.25. MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones no fueran de la calidad requerida mediante el presente Pliego de Condiciones o no estuviesen debidamente preparados, o faltaran a las prescripciones formales recogidas en el proyecto y/o se reconociera o demostrara que no son adecuados para su objeto, el Ingeniero-Director dará orden al Contratista para que los sustituya por otros que satisfagan las condiciones establecidas.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden de retirar los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones que no estén en condiciones, y ésta no hubiere sido cumplida, podrá hacerlo el Propietario cargando los gastos al Contratista.

Si los materiales, elementos de instalaciones, equipos y/o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se recibirán pero con la correspondiente minoración o rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.2.26. MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo a la Propiedad, por tanto, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Todos estos, siempre que no haya estipulado lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares de los trabajos, quedando a beneficio del Contratista, sin que éste pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando éstos estén detallados en el presupuesto y consignados por partidaalzada o incluidos en los precios de las unidades de obra.

1.2.27. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener las obras y su entono limpias de escombros y de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas, ejecutando todos los trabajos que sean necesarios para proporcionar un buen aspecto al conjunto de la obra.

1.2.28. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las obras, se someterán a todas las pruebas y ensayos que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero-Director.

Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o por falta de adopción de las necesarias precauciones.

1.2.29. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego de Condiciones ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción

1.2.30. ACTA DE RECEPCIÓN

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al Propietario y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por la Propiedad y el Contratista, y en la misma se hará constar:

- c) Las partes que intervienen.
- d) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- e) El coste final de la ejecución material de la obra.
- f) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- g) Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.
- h) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Ingeniero-Director de obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado si procede.

La Propiedad podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

1.2.31. NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES

Quince (15) días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero-Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, convocándose en ese acto además a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Del resultado del reconocimiento se levantará un acta con tantos ejemplares o copias como intervinientes, siendo firmados por todos los asistentes legales. Además se extenderá un Certificado Final de obra. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

En caso contrario, es decir, cuando las obras no se hallen en estado de ser recepcionadas, se hará constar en el acta donde se especificarán las precisas y necesarias instrucciones que el Ingeniero-Director habrá de dar al Contratista para remediar, en un plazo razonable que éste le fije, los defectos observados; expirado dicho plazo, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de las obras.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindido el contrato, con pérdida de fianza o de la retención que le hubiese aplicado la Propiedad, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

La recepción provisional de las obras tendrá lugar dentro del mes siguiente a la terminación de las obras, pudiéndose realizar recepciones provisionales parciales.

1.2.32. DOCUMENTACIÓN FINAL

El Ingeniero-Director, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de la obra, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará al Acta de Recepción con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la edificación y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por la Propiedad, será entregada a los usuarios finales de la edificación. A su vez dicha documentación se divide en:

1) DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación (CTE) se compone de:

- Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de Seguridad y Salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anexos y modificaciones debidamente autorizadas por el Ingeniero-Director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el Ingeniero-Director de la obra en el Colegio Oficial de Ingenieros.

2) DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del Jefe de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anexos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el Contratista, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.

- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el Contratista y autorizada por el Ingeniero-Director, su Colegio Profesional.

3) CERTIFICADO FINAL DE OBRA.

Este se ajustará al modelo aprobado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España, en donde el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las mismas, controlado cuantitativa y cualitativamente su construcción y la calidad de lo edificado e instalado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El Ingeniero-Director de la obra certificará que las instalaciones han sido realizadas bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Asimismo certificará que en el desarrollo de los trabajos se han observado y cumplido todas las prescripciones técnicas de seguridad y que se han realizado todas las pruebas y ensayos previstos en los Reglamentos vigentes que afectan a las instalaciones comprendidas en el proyecto.

Al certificado final de obra se le unirán como anexos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad de la Propiedad, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

1.2.33. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva correrán por cargo del Contratista.

Si las obras o instalaciones fuesen ocupadas o utilizadas antes de la recepción definitiva, la guarda o custodia, limpieza y reparaciones causadas por el uso, correrán a cargo del Propietario, mientras que las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones serán a cargo del Contratista.

1.2.34. MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de obras, debiendo aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes y levantando acta, por triplicado ejemplar, correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan. En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obliguen.

Lo mismo en las mediciones parciales como en la final, entendiéndose que éstas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas.

Todos los trabajos y unidades de obra que vayan a quedar ocultos en el edificio, una vez que se haya terminado, el Contratista los pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con la suficiente antelación para poder medir y tomar datos necesarios; de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Por tanto, servirán de base para la medición los datos del replanteo general; los datos de los replanteos parciales que hubieran exigido el curso de los trabajos; los datos de cimientos y demás partes ocultas de las obras tomadas durante la ejecución de los trabajos con la firma del Contratista y la Dirección Facultativa; la medición que se lleve a efecto en las partes descubiertas de la obra; y en general, los que convengan al procedimiento consignado en las condiciones de la Contrata para decidir el número de unidades de obra de cada clase ejecutadas; teniendo presente salvo pacto en contra, lo preceptuado en los diversos capítulos del Pliego de Condiciones Técnicas.

Las valoraciones de las unidades de obra, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios, se calculan multiplicando el número de unidades de obra por el precio unitario, incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y toda tipo de cargas sociales.

El Contratista entregará una relación valorada de las obras ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a la Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre la Propiedad y el Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra. Una vez que se hayan corregido dichas observaciones, la Dirección Facultativa dará su certificación firmada al Contratista y al Promotor.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a la Dirección Facultativa. La certificación será inapelable en caso de que transcurridos 10 días, u otro plazo pactado entre las partes, desde su envío, la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

1.2.35. RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la obra, quedando relevado el Contratista, a partir de este momento, de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles así como cesará su obligación de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación y mantenimiento de la edificación y de sus instalaciones, quedando sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción provisional.

De la recepción definitiva, se levantará un acta, firmada por triplicado ejemplar por parte de la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por éste ultimo. Una vez recibidas definitivamente las obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis (6) meses.

A la firma del Acta de Recepción el Contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, si hubiesen tenido alguna variación con los del proyecto. Estos planos serán reproducibles.

1.2.36. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., y a resolver los subcontratos que tuviese concertados, dejando la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el presente Pliego de Condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

1.2.37. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de las obras e instalaciones, deberá estipularse en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista y en ningún caso éste será inferior a NUEVE (9) MESES para contratos ordinarios y no inferior a UN (1) AÑO para contratos con las Administraciones Públicas, contado éste a partir de la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Durante este tiempo, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Si durante el primer año el Contratista no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

Asimismo, hasta tanto se firme el Acta de Recepción Provisional, el Contratista garantizará la a la Propiedad contra toda reclamación de terceros fundada por causas y por ocasión de la ejecución de la obra.

Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las obras, y si procede su recepción definitiva.

1.2.38. PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero-Director marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

1.3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

1.3.1. BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental o principio general de estas condiciones económicas, se establece que el Contratista debe percibir, de todos los trabajos efectuados, su real importe, siempre de acuerdo y con sujeción al proyecto y a las condiciones generales y particulares que han de regir la obra.

Asimismo la Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

1.3.2. GARANTÍA

La Dirección Facultativa podrá exigir al Contratista la presentación de referencias y/o avales bancarios o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

1.3.3. FIANZA

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, será convenida previamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares.

A la firma del contrato, el Contratista presentará las fianzas y seguros obligados por Ley, así mismo, en el contrato suscrito entre Contratista y Propiedad se podrá exigir todas las garantías que se consideren necesarias para asegurar la buena ejecución y finalización de la obra en los términos establecidos en el contrato y en el proyecto de ejecución.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada mientras dure el plazo de ejecución, hasta su recepción.

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un cuatro por ciento (4 por 100) como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

1.3.4. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a realizar, por su cuenta los trabajos precisos, para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero-Director, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar la totalidad de los gastos efectuados en las unidades de obra, que no fuesen de recibo.

1.3.5. DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL

La fianza depositada, será devuelta al Contratista, previo expediente de devolución correspondiente, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que se haya acreditado que no existe reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales, de suministros, de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

El Propietario podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos, etc.

En todo caso, esta devolución se practicará dentro de los treinta (30) días naturales, contados éstos una vez ha transcurrido el año de garantía.

1.3.6. DE SU DEVOLUCIÓN EN CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Si el Propietario, con la conformidad del Ingeniero-Director, estimara por conveniente hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le reintegre la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas en concepto de garantías.

1.3.7. REVISIÓN DE PRECIOS

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios, será preceptivo que tal extremo figure expresamente acordado en el contrato, donde deberá especificarse los casos concretos en los cuales podrá ser considerado.

En tal caso, el Contratista presentará al Ingeniero-Director el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas, según lo especificado en el artículo 3.10 del presente Pliego de Condiciones.

En todo caso, salvo que se estipule lo contrario en el contrato, se entenderá que rige sobre este particular el principio de reciprocidad, reservándose en este caso la Propiedad, el derecho de proceder a revisar los precios unitarios, si las condiciones de mercado así lo aconsejaran.

1.3.8. DE LA REVISION DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

1.3.9. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirve de base para la ejecución de los trabajos.

Tampoco se le administrará reclamación alguna, fundada en indicaciones que sobre los trabajos se haga en las memorias, por no tratarse estos documentos los que sirven de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales, o errores aritméticos, en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observase pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato.

1.3.10. DESCOMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Para que el Contratista tenga derecho a pedir la revisión de precios a que se refiere el artículo 3.7., será condición indispensable que, antes de comenzar todas y cada una de las unidades de obra contratadas, reciba por escrito la conformidad del Ingeniero-Director a los precios descompuestos de cada una de ellas, que el Contratista deberá presentarle, así como la lista de precios de salarios o jornales, de materiales, de costes de transportes y los porcentajes que se expresan en los subapartados del presente artículo.

El Ingeniero-Director valorará la exactitud de la justificación de los nuevos precios, tomando como base de cálculo tablas, bases de datos o informes sobre rendimiento de personal, de maquinaria, de materiales elementales, de precios auxiliares, etc. editadas por entidades profesionales de la Comunidad Autónoma con facultades para ello, de Organismos Nacionales o Internacionales de reconocida solvencia, etc., desestimando aquellos gastos imputables a la mala organización, improductividad o incompetencia de la Contrata.

A estos efectos, se considerarán los siguientes tipos de costes:

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención de riesgos laborales y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, de combustible, de energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, comedores, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos, evaluándose todos ellos en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos ((en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

A falta de convenio especial, los precios unitarios se descompondrán preceptivamente como sigue:

1.3.10.1. MATERIALES.

Cada unidad de obra que se precise de cada uno de ellos, y su precio unitario respectivo de origen.

1.3.10.2. MANO DE OBRA.

Por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas invertido por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra, y los jornales horarios correspondientes.

1.3.10.3. TRANSPORTES DE MATERIALES.

Desde el punto de origen al pie del tajo, expresando el precio del transporte por unidad de peso, de volumen o de número que la costumbre tenga establecidos en la localidad.

1.3.10.4. TANTO POR CIENTO DE MEDIOS AUXILIARES Y DE SEGURIDAD.

Sobre la suma de los conceptos anteriores en las unidades de obra que los precisen.

1.3.10.5. TANTO POR CIENTO DE SEGUROS Y CARGAS FISCALES.

Vigentes sobre el importe de la mano de obra, especificando en documento aparte la cuantía de cada concepto del seguro, y de la carga.

1.3.10.6. TANTO POR CIENTO DE GASTOS GENERALES Y FISCALES.

Sobre la suma de los conceptos correspondientes a los apartados de materiales y mano de obra.

1.3.10.7. TANTO POR CIENTO DE BENEFICIO INDUSTRIAL DEL CONTRATISTA.

Aplicado la suma total de los conceptos correspondientes a materiales, mano de obra, transportes de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

El Contratista deberá asimismo presentar una lista con los precios de jornales, de los materiales de origen, del transporte, los tantos por ciento que imputa cada uno de los Seguros, y las Cargas Sociales vigentes, y los conceptos y cuantías de las partidas que se incluyen en el concepto de Gastos Generales, todo ello referido a la fecha de la firma del contrato.

1.3.11. PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se entiende por precios de ejecución material, para cada unidad de obra, los resultantes de la suma de los costes directos más los costes indirectos, compuestos por los conceptos de: mano de obra, materiales, transportes, equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud, gastos de combustibles, gastos de energía, gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos así como gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Estos precios no contemplan el Beneficio Industrial.

1.3.12. PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Se entenderá por precios de ejecución por Contrata, a la suma de los costes directos, los costes indirectos, los gastos generales y el beneficio Industrial, sobre el cual deberá aplicarse el % de IGIC (Impuesto General Indirecto Canario) que corresponda, aunque este impuesto no forme parte del propio precio.

En el caso de que los trabajos a realizar en una obra se contratasen a tanto alzado, se entiende por precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra.

1.3.13. GASTOS GENERALES Y FISCALES

Se establecerán en un porcentaje calculado sobre los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa.
- Gastos Fiscales.

1.3.14. GASTOS IMPREVISTOS

Tendrán esta consideración aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos o variaciones en la obra y que sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en todo trabajo de construcción o montaje de instalaciones, y cuya cuantificación y determinación es imposible efectuar a priori. Por ello, se establecerá una partida fija de un dos por ciento (2%) calculado sobre los precios de ejecución material.

1.3.15. BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista. En obras para las Administraciones éste se establecerá en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

1.3.16. HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA

Dichos honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los gastos generales, salvo que se especifique lo contrario en el contrato de adjudicación, o sean deducidos en la contratación. Tanto en lo referente a forma de abono como a la cuantía de los mismos, se estará a lo dispuesto en el Decreto 1998/1961 de 19 de octubre de 1961, las normas de aplicación de este decreto contenidas en la Orden de 9 diciembre 1961.

1.3.17. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

1.3.17.1. MEDIOS AUXILIARES.

Serán por cuenta del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no afectando por tanto a la Propiedad, cualquier responsabilidad que por avería o accidente personal pueda ocurrir en las obras por insuficiencia o mal uso de dichos medios auxiliares.

1.3.17.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Será por cuenta del Contratista, disponer de las medidas adecuadas para que se cuente en obra con el agua necesaria para el buen desarrollo de las obras.

1.3.17.3. ENERGÍA ELÉCTRICA.

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en obra.

1.3.17.4. VALLADO.

Serán por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado temporal para las obras, así como las tasas y permisos, debiendo proceder a su posterior demolición, dejándolo todo en su estado primitivo.

1.3.17.5. ACCESOS.

Serán por cuenta del Contratista de cuantos trabajos requieran los accesos para el abastecimiento de las obras, así como tasas y permisos, debiendo reparar, al finalizar la obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados.

1.3.17.6. MATERIALES NO UTILIZADOS.

El Contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la obra en que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

1.3.17.7. MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS.

Cuando los materiales y aparatos no fueran de calidad requerida o no estuviesen perfectamente reparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos. A falta de estas condiciones, primarán las órdenes de la Dirección Facultativa.

1.3.17.8. ENSAYOS Y PRUEBAS.

Los gastos de los análisis y ensayos ordenados por la Dirección Facultativa, serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada, y de la Propiedad si el importe supera este porcentaje.

1.3.18. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se originan precios contradictorios solamente cuando la Propiedad, a través del Ingeniero-Director, decida introducir nuevas unidades de obra o cambios en la calidad de alguna de las inicialmente acordadas, o cuando sea necesario afrontar circunstancias no previstas.

A falta de acuerdo y antes de iniciar la obra, los precios de unidades de obra así como los de materiales, equipos, o de mano de obra de trabajos que no figuren en los contratos, se fijarán contradictoriamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos, siempre que a juicio de ellos, dichas unidades no puedan incluirse en el dos por ciento (2%) de gastos imprevistos.

Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al Banco de Precios o Base de Datos de Unidades de obra de uso más frecuente en la Comunidad Autónoma oficialmente aprobado o adoptado por las diversas Administraciones.

El Contratista los presentará descompuestos, de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente a la descomposición de los precios unitarios del presente Pliego, siendo condición necesaria la aprobación y presentación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra.

De los precios así acordados, se levantará actas que firmarán por triplicado el Ingeniero-Director, la Propiedad y el Contratista o representantes autorizados a estos efectos por los últimos.

Los precios contradictorios que existieran quedarán siempre referidos a los precios unitarios de la fecha del contrato.

1.3.19. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, usase materiales y/o equipos de mejor calidad que los señalados en el Proyecto, o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o en general introdujese en ésta, y sin ser solicitada, cualquier otra modificación que fuese beneficiosa, a juicio del Ingeniero-Director no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.20. ABONO DE LAS OBRAS

El abono de los trabajos ejecutados se efectuará previa medición periódica (según intervalo de tiempo que se acuerde) y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, tanto en las certificaciones como en la liquidación final, al precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, siempre y cuando se hayan realizado con sujeción a los documentos que constituyen el proyecto o bien siguiendo órdenes que, por escrito, haya entregado el Ingeniero-Director.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Propietario se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Arquitecto-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4º Por listas de salarios o jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el contrato suscrito entre el Contratista y la Propiedad determina.

5º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

1.3.21. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS POR PARTIDA ALZADA

Las partidas alzadas, una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos, se considerarán como si fuesen contradictorios.

Salvo lo estipulado en el contrato entre el Contratista y la Propiedad, el abono de los trabajos presupuestados por partida alzada se efectuará de acuerdo con un procedimiento de entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales o semejantes, las presupuestadas mediante partida alzada se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratos.
- Si no existen precios contratados, para unidades de obra iguales o semejantes, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, excepto en el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el tanto por ciento correspondiente al Beneficio Industrial del Contratista.

1.3.22. ABONOS DE OTROS TRABAJOS NO CONTRATADOS

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

1.3.23. ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS EN EL PERIODO DE GARANTIA

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá de la siguiente forma:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio o de sus instalaciones, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por la Propiedad, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

1.3.24. OBRAS NO TERMINADAS.

Las obras no terminadas o incompletas no se abonarán o se abonarán en la parte en que se encuentren ejecutadas, según el criterio establecido por la Dirección Facultativa.

Las unidades de obra sin acabar, fuera del orden lógico de la obra o que puedan sufrir deterioros, no serán calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

1.3.25. CERTIFICACIONES

El Contratista tomará las disposiciones necesarias, para que periódicamente, según el intervalo de tiempo acordado en el contrato, lleguen a conocimiento del Ingeniero-Director las unidades de obra realizadas previa medición, quien tendrá la facultad de revisarlas sobre el propio terreno, al cual le facilita aquel, cuantos medios sean indispensables para llevar a buen término su cometido.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios unitarios aprobados y extenderá la correspondiente certificación, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego de Condiciones respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales.

Presentada dicha certificación al Ingeniero-Director, previo examen, y comprobación sobre el terreno, si así lo considera oportuno, en un plazo de diez (10) días, pondrá su Vº Bº, y firma, en el caso de que fuera aceptada, y con este requisito, podrá pasarse la certificación a la Propiedad para su abono, previa deducción, en tanto por ciento, de la correspondiente constitución de fianza o garantías y tasa por Honorarios de Dirección Facultativa, si procediera.

Dichas certificaciones, como recoge el párrafo anterior del presente Pliego de Condiciones Generales, se remitirán al Propietario, con carácter de documento y entregas a buena cuenta, sin que supongan aprobación o recepción en obra, sujetos a rectificaciones y variaciones

derivadas de la liquidación final, no suponiendo tampoco estas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

El Propietario deberá realizar los pagos al Contratista o persona autorizada por el mismo, en los plazos previstos y su importe será el correspondiente a las especificaciones de los trabajos expedidos por la Dirección Facultativa.

Se podrán aplicar fórmulas de depreciación en aquellas unidades de obra, que tras realizar los ensayos de control de calidad correspondientes, su valor se encuentre por encima del límite de rechazo, muy próximo al límite mínimo exigido aunque no llegue a alcanzarlo, pero que obtenga la calificación de aceptable. Las medidas adoptadas no implicarán la pérdida de funcionalidad, seguridad o que no puedan ser subsanadas posteriormente, en las unidades de obra afectadas, según el criterio de la Dirección Facultativa.

El material acopiado a pie de obra, por indicación expresa y por escrito del Ingeniero-Director o del Propietario, a través de escrito dirigido al Ingeniero-Director, podrá ser certificado hasta el noventa por ciento (90%) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de Contrata.

En caso de que el Ingeniero-Director, no estimase aceptable la liquidación presentada por el Contratista, comunicará en un plazo máximo de diez (10) días, las rectificaciones que considere deba realizar al Contratista, en aquella, quien en igual plazo máximo, deberá presentarla debidamente rectificada, o con las justificaciones que crea oportunas. En el caso de disconformidad, el Contratista se sujetará al criterio del Ingeniero-Director, y se procederá como en el caso anterior.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

1.3.26. DEMORA EN LOS PAGOS

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente a que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de la cantidad pactada en el contrato suscrito con el Propietario, en concepto de intereses de demora durante el espacio del tiempo de retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del retraso del término de dicho plazo de un mes, sin realizarse el pago, tendrá derecho el Contratista a la rescisión unilateral del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

Si la obra no está terminada para la fecha prevista, el Propietario podrá disminuir las cuantías establecidas en el contrato, de las liquidaciones, fianzas o similares.

El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el proyecto, alegando un retraso de los pagos.

1.3.27. PENALIZACIÓN ECONÓMICA AL CONTRATISTA POR EL INCUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS

Si el Contratista incumpliera con los plazos de ejecución de las obras estipuladas en el contrato de adjudicación, y no justificara debidamente a juicio de la Dirección Técnica la dilación, la Propiedad podrá imponer las penalizaciones económicas acordadas.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje (tanto por mil) del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija con cargo a la fianza, sin perjuicio de las acciones legales que en tal sentido correspondan. Dicha indemnización, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y el Propietario, se establecerá por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

En el caso de no haberse estipulado en el contrato el plazo de ejecución de las obras, se entenderá como tal el que figura como suficiente en la memoria del proyecto.

Si tampoco se hubiera especificado la cuantía de las penalizaciones, las indemnizaciones por retraso en la terminación de las obras, se aplicarán por lo que esté estipulado a tal efecto en cualquiera de los siguientes casos, siendo el importe resultante descontado con cargo a las certificaciones o a la fianza.

- Una cantidad fija durante el tiempo de retraso (por día natural, semana, mes, etc.) desde el día fijado para su terminación en el calendario de obra o en el contrato.
- El importe de los alquileres que el Propietario dejase de percibir durante el plazo de retraso en la entrega de las obras, en las condiciones exigidas, siempre que se demostrase que los locales diversos están alquilados.
- El importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, previamente fijados.
- El abono de un tanto por ciento anual sobre el importe del capital desembolsado a la terminación del plazo fijado y durante el tiempo que dure el retraso. La cuantía y el procedimiento a seguir para fijar el importe de la indemnización, entre los anteriores especificados, se convendrá expresamente entre ambas partes contratantes, antes de la firma del contrato.

1.3.28. MEJORAS Y AUMENTOS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales, aparatos y equipos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales, aparatos y equipos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero- Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

1.3.29. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera necesario valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

1.3.30. RESCISIÓN DEL CONTRATO

Además de lo estipulado en el contrato de adjudicación y de lo recogido en el presente Pliego de Condiciones, la Propiedad podrá rescindir dicho Contrato en los siguientes casos:

- Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe del Contratista, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las obras.
- Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de terminación de obras.

Todo ello sin perjuicio de las penalizaciones económicas figuradas en el artículo 3.24.

1.3.31. SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tenga por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, tal y como el resto de los trabajos de la obra. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para finalidades distintas a la reconstrucción de la obra siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir el Contrato, con devolución de fianza, abonos completos de gastos, materiales acopiados, etc., incluyendo una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro que no se le hubiese abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados, a tales efectos, por el Ingeniero-Director de la obra.

En las obras de rehabilitación, reforma o reparación, se fijará previamente la porción o parte de ésta que debe ser asegurada, así como su cuantía o importe, y si nada se prevé al respecto, se entenderá que el seguro comprenderá toda la parte de la edificación afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el apartado 3.35 del presente pliego, en base al Art. 19 de la L.O.E.

1.3.32. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Si el Contratista, siendo su obligación, no atendiese la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en caso de que no estén siendo éstas ocupadas por parte del Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda la guarda o custodia, la limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar las obras el Contratista, bien sea por buena terminación de las mismas como en el caso de rescisión del Contrato, está obligado a dejar libre de ocupación y limpias éstas en el plazo que el Ingeniero-Director estime oportuno. Después de la recepción provisional de las obras y en el caso de que su conservación corra por cuenta del Contratista, no deberá haber en las mismas más herramientas, útiles, materiales, mobiliario, etc., que los indispensables para su guarda y custodia, limpieza o para los trabajos que fuesen necesarios ejecutar.

En cualquier circunstancia, el Contratista estará obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía expresado, procediendo de la forma que prevé el presente Pliego de Condiciones

1.3.33. USO POR EL CONTRATISTA DE LA EDIFICACION O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios, instalaciones o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

1.3.34. PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS

El pago de impuestos, cánones, tasas y arbitrios en general, municipales, insulares o de otro origen, sobre vallas, ocupación de la vía, carga y descarga de materiales, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

1.3.35. GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCION Y MONTAJE DE INSTALACIONES

El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. (Apartado C) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda según contempla su disposición adicional segunda, teniendo como referente a las siguientes garantías:

a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras e instalaciones, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.

b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el art. 3 de la L.O.E.

c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

1.4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

1.4.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva
- Anexos a la Memoria o Memoria Técnica
- Planos
- Pliegos de Condiciones
- Presupuesto.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud.
- Proyecto de control de la edificación.

1.4.2. PLAN DE OBRA

El Plan detallado de obra será realizado conforme se indicó en las Condiciones Facultativas del presente Pliego de Condiciones, y en él se recogerán los tiempos y finalizaciones establecidas en el contrato, siendo completado con todo detalle, indicando las fechas de iniciación previstas para cada una de las partes en las que se divide el trabajo, adaptándose con la mayor exactitud al Pert detallado, diagrama de Gant o cualquier otro sistema válido de control establecido. Este documento será vinculante.

1.4.3. PLANOS

Son los citados en la lista de Planos del presente proyecto, y los que se suministrarán durante el transcurso de la obra por la Dirección Técnica y Facultativa, que tendrán la misma consideración.

1.4.4. ESPECIFICACIONES

Son las que figuran en la Memoria Descriptiva y en los Pliegos de Condiciones Técnicas, así como las condiciones generales del contrato, juntamente con las modificaciones del mismo y los apéndices adosados a ellas, como conjunto de documentos legales.

1.4.5. OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Es el objeto de los planos y especificaciones mostrar al

Contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipos y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo

contrario. El Contratista realizará todo el trabajo indicado en los planos y descrito en las especificaciones así como todos los trabajos considerados como necesarios para completar la realización de las obras de manera aceptable, con la calidad que le fuere exigida y consistente, y a los precios ofertados.

1.4.6. DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Si existieran divergencias entre los planos y las especificaciones, regirán los requerimientos de éstas últimas y en todo caso, la aclaración que al respecto facilite el Ingeniero-Director.

1.4.7. ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Cualquier error u omisión de importancia en los planos y especificaciones será comunicado inmediatamente al Ingeniero-Director que lo corregirá o aclarará con la mayor brevedad y por escrito, si fuese necesario. Cualquier trabajo hecho por el Contratista, tras el descubrimiento de tales discrepancias, errores u omisiones, se hará por cuenta y riesgo de éste.

1.4.8. ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los planos y especificaciones se establecerá a cargo del Propietario. Entre los planos y especificaciones se establecerán todos los requisitos necesarios para la realización de los trabajos objeto del Contrato.

1.4.9. INSTRUCCIONES ADICIONALES

Durante el proceso de realización de las obras y montaje de las instalaciones, el Ingeniero-Director podrá dar instrucciones adicionales por medio de dibujos, esquemas o notas que aclaren con detalle cualquier dato confuso de los planos y especificaciones. Podrá facilitar, de igual modo, instrucciones adicionales necesarias para explicar o ilustrar los cambios en el trabajo que tuvieran que realizarse.

Asimismo el Ingeniero-Director, o la Propiedad a través del Ingeniero-Director, podrán remitir al Contratista notificaciones escritas ordenando modificaciones, plazos de ejecución, cambios en el trabajo, etc. El Contratista deberá ceñirse estrictamente a lo indicado en dichas órdenes. En ningún caso el Contratista podrá negarse a firmar el enterado de una orden o notificación. Si estimara oportuno efectuar alguna reclamación contra ella, deberá formularla por escrito al Ingeniero-Director, o a la Propiedad a través de escrito al Ingeniero-Director; dentro del plazo de diez (10) días de haber recibido la orden o notificación. Dicha reclamación no lo exime de la obligación de cumplir lo indicado en la orden, aunque al ser estudiada por el Ingeniero-Director pudiera dar lugar a alguna compensación económica o a una prolongación del tiempo de finalización.

1.4.10. COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

A la iniciación de las obras y durante el transcurso de las mismas, se entregará al Contratista, sin cargo alguno, dos copias de cada uno de los planos necesarios para la ejecución de las obras.

La entrega de planos se efectuará mediante envíos parciales con la suficiente antelación sobre sus fechas de utilización.

1.4.11. PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Todos los planos y especificaciones y otros datos preparados por el Ingeniero-Director y entregados al Contratista pertenecerán a la Propiedad y al Ingeniero-Director, y no podrán utilizarse en otras obras.

1.4.12. CONTRATO

En el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras, que podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

1.4.12.1. POR TANTO ALZADO

Comprenderá la ejecución de toda parte de la obra, con sujeción estricta a todos los documentos del proyecto y en cifra fija.

1.4.12.2. POR UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS

Asimismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.

1.4.12.3. POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O INDIRECTA

Con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

1.4.12.4. POR CONTRATO DE MANO DE OBRA

Siendo de cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a las anteriores.

En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no la subcontratación y los trabajos que puedan ser de adjudicación directa por parte del Ingeniero-Director a casas especializadas.

1.4.13. CONTRATOS SEPARADOS

El Propietario puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo. Será responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y comunicar al Ingeniero-Director cualquier irregularidad que no lo permitiera finalizar su trabajo de forma satisfactoria.

La omisión de notificar al Ingeniero-Director estas anomalías indicará que el trabajo de otros Contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

1.4.14. SUBCONTRATOS

Cuando sea solicitado por el Ingeniero-Director, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas propuestos para los trabajos. El Contratista será responsable ante la Propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas y de las acciones de sus empleados, en la misma medida que de los suyos propios. Los documentos del contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre Subcontratista y Propietario.

1.4.15. ADJUDICACIÓN

La adjudicación de las obras se efectuará mediante una de las tres siguientes modalidades:

- Subasta pública o privada.

- Concurso público o privado.
- Adjudicación directa o de libre adjudicación.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado con los documentos del proyecto.

En el segundo caso, la adjudicación será por libre elección.

1.4.16. SUBASTAS Y CONCURSOS

Las subastas y concursos se celebrarán en el lugar que previamente señalen las Condiciones Particulares de Índole Legal de la presente obra, debiendo figurar imprescindiblemente la Dirección Facultativa o persona delegada, que presidirá la apertura de plicas, encontrándose también presentes en el acto un representante de la Propiedad y un delegado de los concursantes.

1.4.17. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO

El Contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que consigne la Contrata.

1.4.18. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero-Director haya examinado y reconocido la realización de las obras durante la ejecución de las mismas, ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales.

El Contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empleados todos los medios de protección personal o colectiva, que la naturaleza de los trabajos exija.

De igual manera, aceptará la inspección del Ingeniero-Director en cuanto a Seguridad y Salud se refiere y se obliga a corregir, con carácter inmediato, los defectos que se encuentren al efecto, pudiendo el Ingeniero-Director en caso necesario paralizar los trabajos hasta tanto se hayan subsanado los defectos, corriendo por cuenta del Contratista las pérdidas que se originen.

1.4.19. TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA

En caso de una emergencia el Contratista realizará cualquier trabajo o instalará los materiales y equipos necesarios.

Tan pronto como sea posible, comunicará al Ingeniero-Director cualquier tipo de emergencia, pero no esperará instrucciones para proceder a proteger adecuadamente vidas y propiedades.

1.4.20. SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO

El trabajo o cualquier parte del mismo podrán ser suspendidos por el Propietario en cualquier momento previa notificación por escrito con cinco (5) días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo.

El Contratista reanudará el trabajo según notificación por escrito del Propietario, a través del Ingeniero-Director, y dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos.

Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

1.4.21. DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO

El Propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución en los casos escogidos en el capítulo correspondiente a las Condiciones de Índole Económica. y en cualquiera de los siguientes:

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del contrato o instrucciones del Ingeniero-Director, o deje proseguir el trabajo de acuerdo con lo convenido en el Plan de obra.
- Deje de proveer un representante cualificado, trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados, o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

1.4.22. FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD

Después de diez (10) días de haber enviado notificación escrita al Contratista de su intención de rescindir el contrato, el Propietario tomará posesión del trabajo, de todos los materiales, herramientas y equipos aunque sea propiedad de la Contrata y podrá finalizar el trabajo por cualquier medio y método que elija.

1.4.23. DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO

El Contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el contrato después de diez (10) días de la notificación al Propietario y al Ingeniero-Director de su intención, en el caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un período de noventa (90) días seguidos y por causas no imputables al Contratista o a sus empleados.

1.4.24. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato, las que a continuación se detallan:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En estos dos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tengan derecho aquellos a indemnización alguna.

- Alteraciones del contrato por las siguientes causas:

1. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero-Director, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el veinticinco por ciento (25%), como mínimo, del importe de aquel.

2. La modificación de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del cuarenta por ciento (40%) como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del proyecto, o más del cincuenta por ciento (50%) de unidades del proyecto modificadas.

- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

1.4.25. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial, no será devuelta hasta pasado los doce meses del plazo de garantía fijados y en las condiciones detalladas en artículos anteriores.

1.4.26. PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto entre el Propietario y el Contratista. En caso contrario será el especificado en el documento de la memoria descriptiva del presente proyecto.

1.4.27. DAÑOS A TERCEROS

El Contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuidos que sobrevinieran, tanto en las edificaciones e instalaciones, como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas obras.

1.4.28. POLICÍA DE OBRA

Serán de cargo y por cuenta del Contratista, el vallado y la policía o guarda de las obras, así como el cuidado de la conservación de sus líneas de lindero, así como vigilará que durante las obras no se realicen actos que mermen o modifiquen la Propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero-Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos respectos vigentes en donde se realice la obra.

1.4.29. ACCIDENTES DE TRABAJO

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos efectos

en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud en las obras que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o los vigilantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Igualmente, el Contratista se compromete a facilitar cuantos datos se estimen necesarios a petición del Ingeniero-Director sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que se han adoptado para la instrucción del personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que pudiera acaecer o sobrevenir, por no cumplir el Contratista lo legislado en la materia, será éste el único responsable o sus representantes en la obra.

Será preceptivo que figure en el “Tablón de Anuncios” de la obra, durante todo el tiempo que ésta dure, el presente artículo del Pliego General de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma del Ingeniero-Director.

1.4.30. RÉGIMEN JURÍDICO

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de obra, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no queden reguladas por la expresa legislación civil, ni mercantil, ni por el contrato) las normas que rigen para la ejecución de las obras del Estado.

Fuera de la competencia y decisiones que, en lo técnico, se atribuyan a la Dirección Facultativa, en lo demás procurará que las dudas a diferencia suscitadas, por la aplicación, interpretación o resolución del contrato se resuelvan mediante negociación de las partes respectivamente asistidas de personas cualificadas al efecto. De no haber concordancia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres, uno para cada parte y un tercero nombrado de común acuerdo entre ellos.

1.4.31. SEGURIDAD SOCIAL

Además de lo establecido en el capítulo de condiciones de índole económica, el Contratista está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre Seguridad Social, teniendo siempre a disposición del Propietario o del Ingeniero-Director todos los documentos de tal cumplimiento, haciendo extensiva esta obligación a cualquier subcontratista que de él dependiese.

1.4.32. RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas dependientes del mismo, extremo que deberá acreditar ante el Propietario, dejando siempre exento al mismo y al Ingeniero-Director de cualquier reclamación que se pudiera originar.

En caso de accidentes ocurridos con motivo de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra. Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las obras, como en las zonas contiguas. Será por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

1.4.33. IMPUESTOS

Será de cuenta del Contratista el abono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del contrato privado, firmado entre el Propietario y el Contratista; siendo por parte del Propietario el abono de las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

1.4.34. DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

El Contratista se procurará de todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El Contratista una vez finalizadas las obras y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que el Ingeniero-Director le ordene para la seguridad y salud de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

1.4.35. HALLAZGOS

El Propietario se reserva la posesión de las sustancias minerales utilizables, o cualquier otro elemento de interés, que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en su terreno de edificación.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

2.1. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES, SOBRE LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA Y SOBRE VERIFICACIONES EN LA OBRA TERMINADA.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según las necesidades de la obra y según sus respectivas competencias, el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra, con el fin de comprobar que sus características técnicas satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

A) El control de la documentación de los suministros, para lo que se requerirá a los suministradores los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, comprenderá al menos lo siguiente:

- Acreditación del origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

B) El control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

- Los Distintivos de Calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con el CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas. El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

C) El control de recepción mediante ensayos:

- Si es necesario, se realizarán ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.
- La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Todos los materiales a emplear en la presente obra dispondrán de Distintivo de Calidad, Certificado de Garantía del fabricante y en su caso marcado CE. Serán de buena calidad reuniendo las condiciones establecidas en las disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales que la Dirección Facultativa considere necesarios podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la Contrata, para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Deberá darse forma material, estable y permanente al origen del replanteo.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las normas de la buena construcción y cumplirán estrictamente las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa.

Los replanteos de cualquier oficio serán dirigidos por la Dirección Facultativa en presencia del Constructor, quien aportará los operarios y medios materiales necesarios.

El Constructor reflejará, con el visto bueno de la Dirección Facultativa, las variaciones producidas sobre copia de los planos correspondientes, quedando unida a la documentación técnica de la obra.

La obra se llevará a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor. Estará sujeta a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, así como a las instrucciones del arquitecto y del aparejador o arquitecto técnico.

Durante la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras administraciones públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra. En el CTE, se detalla, con carácter indicativo, el contenido de la documentación del seguimiento de la obra.

Cuando en el desarrollo de la obra intervengan otros técnicos para dirigir la parte correspondiente de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción, el aparejador o arquitecto técnico controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos, de las instalaciones, así como las verificaciones y demás pruebas de servicio a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

En la obra terminada, bien sobre toda ella en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

La documentación de la obra ejecutada, para su inclusión en el Libro del Edificio establecido en la LOE y por las administraciones públicas competentes, se completará con lo que se establezca, en su caso, en los DB para el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE.

Se incluirá en el libro del edificio la documentación indicada en apartado del presente pliego de condiciones respecto a los productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra. Contendrá, asimismo, las instrucciones de uso y mantenimiento de la obra terminada, de conformidad con lo establecido en la normativa aplicable.

Los equipos se utilizarán adecuadamente de conformidad con las instrucciones de uso, absteniéndose de hacer un uso incompatible con el previsto. Los propietarios y los usuarios pondrán en conocimiento de los responsables del mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal de los equipos instalados.

Los equipos deben conservarse en buen estado mediante un adecuado mantenimiento. Esto supondrá la realización de las siguientes acciones:

- Llevar a cabo un plan de mantenimiento de los equipos, encargando a técnico competente las operaciones señaladas en las instrucciones de uso y mantenimiento.
- Realizar las inspecciones reglamentariamente establecidas y conservar su correspondiente documentación.
- Documentar a lo largo de la vida útil de los equipos todas las intervenciones, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación realizadas sobre el mismo.

2.2. CLÁUSULAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A LAS UNIDADES DE OBRA

Las prescripciones concretas sobre cada uno de los materiales o de las unidades de obra serán las descritas en la documentación técnica del proyecto. Para todo lo no incluido en el proyecto se estará a lo que determine la dirección facultativa.

De cualquier forma se cumplirá lo que establezcan para cada caso el CTE y el resto de normativa o reglamentación técnica.

2.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

2.3.1. FORMA GENERAL DE EJECUTAR LOS TRABAJOS

Las obras se ajustarán a los Planos y a este Pliego de Condiciones, resolviéndose cualquier discrepancia que pudiera existir, por el director de la obra. Si por cualquier circunstancia fuese preciso efectuar alguna variación en las obras a realizar, se redactará el correspondiente proyecto reformado, el cual desde el día de su fecha, se considerará por parte integrante del proyecto primitivo, y por tanto sujeto a las mismas especificaciones de todos y cada uno de los documentos de éste en cuanto no se los pongan explícitamente.

2.3.2. MANO DE OBRA

Todo el personal especialista que se emplee en la ejecución de las obras tendrá perfecto conocimiento de su oficio, con arreglo de su categoría.

El contratista tendrá la obligación de separar de la obra aquel personal que, a su juicio o el del director de obra, no cumpla con sus obligaciones en la forma de vida.

2.3.3. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

Durante la ejecución de los trabajos, se efectuarán pruebas de carga de los diferentes equipos, así como de resistencia mecánica por sobrepresión recogidas en la normativa legal vigente y en los diferentes capítulos en la Memoria del proyecto.

2.3.4. CONDICIONES PARA LOS MATERIALES

2.3.4.1. CONDICIONES GENERALES PARA LOS MATERIALES

Las características de los materiales serán las expresadas en los subapartados que siguen, pudiendo la dirección técnica desechar aquellos que a su juicio no las reúnan

No podrán ser en ningún caso distintos en sus características a los tipos proyectados. Si hubiese que variar la clase de algunos inicialmente aprobados, los nuevos no podrán ser instalados sin la previa autorización de la dirección de obra, la cual podrá someterlos a cuantas pruebas estimen oportunas.

2.3.4.2. MATERIALES NO ESPECIFICADOS

Cualquier material que no haya sido especificado ni descrito en el presente proyecto y fuese necesario utilizar, reunirá las condiciones que se requieran para su función siendo fijados por el contratista las fuentes de suministro que éste estime oportuna. En cualquier caso, el contratista notificará al director de obra, con la suficiente antelación, los materiales que se proponen utilizar y su procedencia, aportando, cuando así lo solicite el director, las muestras y los datos necesarios para su posible aceptación, tanto en lo que se refiere a cantidad como a su calidad, siendo el criterio de la dirección facultativa totalmente inapelable.

2.3.4.3. ENSAYOS

Antes de proceder al empleo de los materiales serán examinados y aceptados por el director de obra, quien podrá disponer si así lo considera oportuno de todas las pruebas, análisis, ensayos, etc., hasta su definitiva aprobación.

2.4. PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA INSTALACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.

2.4.1. OBJETO

El objeto del presente pliego es establecer las condiciones de instalación de las máquinas y equipos, establece los procedimientos y requisitos que permiten una mayor seguridad en la utilización de máquinas; asimismo, se establecerán las características técnicas de la maquinaria instalada.

La instalación de la maquinaria se hará de acuerdo con las especificaciones y directrices del administrador-suministrador y/o fabricante de la maquinaria o equipo conjuntamente con la supervisión de la Dirección de Obra, siendo responsabilidad de los contratistas la observación de todas las condiciones de montaje e instalación indicadas en el presente pliego.

Además de las condiciones de este pliego, la contrata encargada de la instalación de cada equipo es la responsable del cumplimiento de la reglamentación vigente.

2.4.2. NORMATIVA VIGENTE

El reglamento a observar en la instalación de la maquinaria es el Reglamento de Seguridad en Máquinas (Real Decreto 1495/1986 de 26 de mayo).

Dicho reglamento se inscribe en la línea de política prevencionista de evitar los riesgos en su origen, de ahí que se insista en aspectos como la homologación de la maquinaria, como requisito para su instalación, funcionamiento, mantenimiento o reparación.

En el citado reglamento se fijan unas normas de carácter general, que serán completadas y desarrolladas por Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

2.4.3. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

El fabricante de las máquinas o elementos de máquinas a instalar será responsable de que al salir de fábrica cumplan las condiciones necesarias para el empleo previsto así como el cumplimiento de las exigencias del Reglamento de Seguridad en Máquinas y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Dichas especificaciones se podrán atestiguar por alguna de las formas siguientes:

- Por autocertificación del fabricante.
- Mediante certificado extendido por una Entidad colaboradora, o por un laboratorio o por ambos acreditados por el MINER, después de realizar un previo control técnico sobre la máquina o elemento de que se trate.

Cuando se trate de máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección procedentes de algún Estado miembro de la Comunidad Económica Europea o de otros países con los que existe un acuerdo de reciprocidad en este sentido, los certificados a que se refiere el párrafo anterior podrán ser extendidos, en su caso, por Organismos de Control legalmente reconocidos en el país de origen, siempre que ofrezcan garantías técnicas, profesionales y de independencia equivalentes exigidas por la legislación española a las Entidades de Inspección y Control Reglamentario y a los Laboratorios Acreditados: mediante la correspondiente homologación realizada por el Centro directivo del Ministerio de Industria y Energía competente en Seguridad Industrial de acuerdo con lo indicado en el artículo siguiente.

Si se trata de máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección que, de acuerdo con la ITC correspondiente, quedan sometidas al requisito de homologación, la seguridad equivalente de las reglamentaciones de los demás Estados miembros de la Comunidad Económica Europea deberá ser acreditada conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 105/1988, de 12 de febrero. Cada máquina o elemento de máquina irá acompañado de las correspondientes instrucciones de montaje, uso y mantenimiento, así como de las medidas preventivas de accidentes.

2.4.4. INSTALADORES

Sin perjuicio de las atribuciones específicas concedidas por el Estado a los Técnicos titulados, las instalaciones podrán ser realizadas por personas físicas o jurídicas que acrediten cumplir las condiciones requeridas en cada Instrucción Técnica Complementaria para ejercer como instaladores autorizados, en todo caso, estar inscritos en el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, para lo cual cumplirá, como mínimo, los siguientes requisitos:

- Poseer los medios técnicos y humanos que se especifiquen en cada ITC.

- Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de su actuación mediante la correspondiente póliza de seguros.
- Responsabilizarse de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas reglamentarias de seguridad y que han sido efectuadas con resultado satisfactorio las pruebas y ensayos exigidos.

2.4.5. USUARIOS

Los usuarios de las máquinas están obligados a no utilizar más que aquellas que cumplan las especificaciones establecidas en el Reglamento de Seguridad en Máquinas, por lo que se exigirá al vendedor, importador o una justificación de que están debidamente homologadas o, en su caso, certificado de que cumplen las especificaciones exigidas por el citado reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Además, tendrán las siguientes obligaciones:

- Mantener, o en su caso contratar, el mantenimiento de las máquinas de que se trate, de tal forma que se conserven las condiciones de seguridad exigidas.
- Impedir su utilización cuando tenga conocimiento de que no ofrecen las debidas garantías de seguridad para las personas o los bienes.
- Responsabilizarse de que las revisiones e inspecciones reglamentarias se efectúan en los plazos fijados.

Los usuarios podrán instalar, reparar y conservar sus máquinas si poseen medios humanos y materiales necesarios para ello, en los términos que establezca la correspondiente ITC.

2.4.6. IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA E INSTRUC. DE USO

Toda máquina, equipo o sistema de protección debe ir acompañado de unas instrucciones de uso extendidas por el fabricante o importador, en las cuales figurarán las especificaciones de mantenimiento, instalación y utilización, así como las normas de seguridad y cualesquiera otras instrucciones que de forma específica sean exigidas en las correspondientes ITC.

Estas instrucciones incluirán los planos y esquemas necesarios para el mantenimiento y verificación técnica, estarán redactadas al menos en castellano, y se ajustarán a las normas UNE que les sean de aplicación.

Llevarán además, una placa en la cual figurarán, como mínimo, los siguientes datos, escritos al menos en castellano:

- Nombre del fabricante.
- Año de fabricación y/o suministro.
- Tipo y número de fabricación.
- Potencia en KW.
- Contraseña de homologación, si procede.

Estas placas serán hechas de materiales duraderos y se fijarán sólidamente, procurándose que sus inscripciones sean fácilmente legibles una vez esté la máquina instalada.

2.4.7. INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

La puesta en funcionamiento se efectuará de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 2135/1981, no precisando otro requisito que la presentación ante el Órgano Territorial

competente de la Administración Pública de un certificado expedido por técnico competente, en el que se ponga de manifiesto la adaptación de la obra al proyecto y cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones establecidas por este Reglamento y sus ITC.

2.4.8. INSPECCIONES Y REVISIONES PERIÓDICAS

Las inspecciones de carácter general se llevarán a efecto por el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, o si éste así lo establece, por una Entidad colaboradora en el campo de la Seguridad Industrial, pero en todo caso los certificados de inspección serán emitidos por el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, a la vista de las actas de revisión extendidas por dichas Entidades y después de la supervisión de las mismas.

2.4.9. REGLAS GENERALES DE SEGURIDAD

2.4.9.1. MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES.

Las máquinas, elementos constitutivos de éstas o aparatos acoplados a ellas estarán diseñados y contruidos de forma que las personas no estén expuestas a sus peligros cuando su montaje, utilización y mantenimiento se efectúe conforme a las condiciones previstas por el fabricante.

Las diferentes partes de las máquinas, así como sus elementos constitutivos deben poder resistir a lo largo del tiempo los esfuerzos a que vayan a estar sometidos, así como cualquier otra influencia externa o interna que puedan presentarse en las condiciones normales de utilización previstas.

Cuando existan partes de la máquina cuya pérdida de sujeción pueda dar lugar a peligros, deberán tomarse precauciones adicionales para evitar que dichas partes puedan incidir sobre las personas.

2.4.9.2. ESTABILIDAD DE LAS MÁQUINAS

Para evitar la pérdida de estabilidad de la máquina, especialmente durante su funcionamiento normal, se tomarán las medidas técnicas adecuadas, de acuerdo con las condiciones de instalación y de utilización previstas por el fabricante.

2.4.9.3. PARTES ACCESIBLES.

En las partes accesibles de las máquinas no deberán existir aristas agudas o cortantes que puedan producir heridas.

2.4.9.4. ELEMENTOS MÓVILES.

Los elementos móviles de las máquinas y de los aparatos utilizados para la transmisión de energía o movimiento deben concebirse, construirse, disponerse o protegerse de forma que prevengan todo peligro de contacto que pueda originar accidentes.

Siempre que sea factible, los elementos móviles de las máquinas o aparatos que ejecutan el trabajo y, en su caso, los materiales o piezas a trabajar, deben concebirse, construirse, disponerse y/o mandarse de forma que no impliquen peligro para las personas.

Cuando la instalación esté constituida por un conjunto de máquinas o una máquina está formada por diversas partes que trabajan de forma interdependiente, y es necesario efectuar pruebas individuales del trabajo que efectúan dichas máquinas o algunas de sus partes, la

protección general del conjunto de hará sin perjuicio de que cada máquina o parte de ella disponga de un sistema de protección adecuado.

2.4.9.5. MÁQUINAS ELÉCTRICAS.

Las máquinas alimentadas con energía eléctrica deberán proyectarse, construirse, equiparse, mantenerse y, en caso contrario, dotarse de adecuados sistemas de protección de forma que se prevengan los peligros de origen eléctrico.

2.4.9.6. RUIDOS Y VIBRACIONES.

Las máquinas deberán diseñarse, construirse, montarse, protegerse y, en caso necesario, mantenerse para amortiguar los ruidos y las vibraciones producidos a fin de no ocasionar daños para la salud de las personas. En cualquier caso, se evitará la emisión por las mismas de ruidos de nivel superior a los límites establecidos por la normativa vigente en cada momento.

2.4.9.7. PUESTO DE MANDO DE LAS MÁQUINAS.

Los puestos de mando de las máquinas deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores, y estar situados fuera de toda zona donde puedan existir peligros para los mismos. Desde dicha zona y estando en posición de accionar los mandos, el trabajador debe tener la mayor visibilidad posible de la máquina, en especial de sus partes peligrosas.

2.4.9.8. PUESTA EN MARCHA DE LAS MÁQUINAS.

La puesta en marcha de la máquina sólo será posible cuando estén garantizadas las condiciones de seguridad para las personas y para la propia máquina. Los órganos de puesta en marcha deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores, estar situados lejos de zonas de peligro, y protegidos de forma que se eviten accionamientos involuntarios.

Si una máquina se para aunque sea momentáneamente por un fallo en su alimentación de energía, y su puesta en marcha inesperada pueda suponer peligro, no podrá ponerse en marcha automáticamente al ser restablecida la alimentación de energía.

Si la parada de una máquina se produce por la actuación de un sistema de protección, la nueva puesta en marcha sólo será posible después de restablecidas las condiciones de seguridad y previo accionamiento del órgano que ordena la puesta en marcha.

Las máquinas o conjunto de ellas en que desde el puesto de mando no puede verse su totalidad y puedan suponer peligro para las personas en su puesta en marcha, se dotarán de alarma adecuada que sea fácilmente perceptible por las personas. Dicha alarma actuando en tiempo adecuado procederá a la puesta en marcha de la máquina y se conectará de forma automática al pulsar los órganos de puesta en marcha.

2.4.9.9. DESCONEXIÓN DE LA MÁQUINA.

En toda máquina debe existir un dispositivo manual que permita al final de su utilización su puesta en condiciones de la mayor seguridad (máquina parada). Este dispositivo debe asegurar en una sola maniobra la interrupción de todas las funciones de la máquina, salvo que la anulación de alguna de ellas pueda dar lugar a peligro para las personas, o daños a la máquina. En este caso, tal función podrá ser mantenida o bien diferida su desconexión hasta que no exista peligro.

2.4.9.10. PARADA DE EMERGENCIA.

Toda máquina que pueda necesitar ser parada lo más rápidamente posible, con el fin de evitar o minimizar los posibles daños, deberá estar dotada de un sistema de paro de emergencia.

En todo caso, la parada de emergencia no supondrá nuevos riesgos para las personas.

2.4.9.11. MANTENIMIENTO, AJUSTE, REGULACIÓN, ENGRASE, ALIMENTACIÓN U OTRAS OPERACIONES A EFECTUAR EN LAS MÁQUINAS.

Las máquinas deberán estar diseñadas para que las operaciones de verificación, reglaje, regulación, engrase o limpieza se puedan efectuar sin peligro para el personal, en lo posible desde lugares fácilmente accesibles, y sin necesidad de eliminar los sistemas de protección.

En caso de que dichas operaciones u otras, tengan que efectuarse con la máquina o los elementos peligrosos en marcha y anulados los sistemas de protección, al anular el sistema de protección se deberá cumplir:

La máquina sólo podrá funcionar a velocidad muy reducida, golpe a golpe, o a esfuerzo reducido.

El mando de la puesta en marcha será sensitiva. Siempre que sea posible, dicho mando deberá disponerse de forma que permita al operario ver los movimientos mandados.

En cualquier caso deberán darse, al menos en castellano, las instrucciones precisas para que las operaciones de reglaje, ajuste, verificación o mantenimiento se puedan efectuar con seguridad. Esta prescripción es particularmente importante en el caso de existir peligros de difícil detección o cuando después de la interrupción de la energía existan movimientos debidos a la inercia.

2.4.9.12. TRANSPORTE

Se darán las instrucciones y se dotará de los medios adecuados para que el transporte y la manutención se pueda efectuar con el menor peligro posible. A estos efectos, en máquinas estacionarias:

- Se indicará el peso de las máquinas o partes desmontables de éstas que tengan peso superior a 500 kilogramos.
- Se indicará la posición de transporte que garantice la estabilidad de la máquina, y se sujetará de forma apropiada.
- Aquellas máquinas o partes de difícil amarre se dotarán de puntos de sujeción de resistencia apropiada; en todos los casos se indicará, al menos en castellano, la forma de efectuar el amarre correctamente.

Cuando en algún caso, debidamente justificado no puedan incluirse alguna o algunas de las protecciones a que se refieren los artículos anteriores, el fabricante deberá indicar al menos en castellano qué medidas adicionales deben tomarse <<in situ>> a fin de que la máquina, una vez instalada cuente con toda las protecciones a que se refiere este capítulo.

2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA INSTALADA.

Todos y cada uno de los equipos instalados tendrá las características de capacidad, potencia, consumos de energía y dimensiones indicadas en la documentación del proyecto, y en virtud de las cuales han sido escogidos y se han dimensionado el resto de instalaciones de la industria.

Los fabricantes y/o suministradores de los equipos y máquinas a instalar se comprometerán a garantizar las especificaciones exigidas a los mismos en el proyecto, especificaciones que se corresponden con los datos proporcionados por el fabricante en su información comercial y catálogos.

No se admitirá la instalación de equipos distintos de los especificados en la memoria del proyecto, salvo por causas de fuerza mayor o imprevistos.

2.5.1 CONDICIONES PARA LOS EQUIPOS

2.5.1.1. CONDICIONES PARA EL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACA

El material de construcción empleado para los intercambiadores de calor será acero inoxidable AISI 316.

Las dimensiones de los cambiadores, así como sus características geométricas serán los determinados en la Memoria.

El director de obra supervisará los equipos antes de su montaje, comprobará su buen estado y podrá rechazarlos si observa anomalías que a su juicio puedan provocar dicho rechazo.

En el lugar de emplazamiento se habrá previsto el espacio suficiente para el desmontaje completo del equipo.

Si desde que el equipo es recibido desde el taller del fabricante hasta que es montado en el terreno hubiera transcurrido un período de tiempo que el director de obra considerase razonablemente largo, será almacenado bajo techado en lugar seco y se tomarán precauciones para que no sufriesen contaminación, oxidación excesiva, acumulación de humedad o suciedad, así como golpes o deterioros.

2.5.1.2. CONDICIONES PARA EN FILTRO

Los parámetros característicos del filtro bombas serán los determinados en la Memoria descriptiva.

2.5.1.3. CONDICIONES PARA LAS BOMBAS

Los parámetros característicos de las bombas serán los determinados en la Memoria descriptiva.

2.5.1.4. CONDICIONES PARA LAS TUBERÍAS

2.5.1.4.1. CONDICIONES GENERALES DE TUBERIAS FIJAS

Las tuberías serán de acero inoxidable AISI 304 y se fabricarán de acuerdo a la norma ANSI B.31.3.

Las tuberías serán de los diámetros especificados en los correspondientes apartados de la Memoria, y estarán libres de fisuras, grietas, poros, impurezas, deformaciones o faltas de homogeneidad, así como de otros defectos que pudieran disminuir su resistencia y apartar su comportamiento del esperado por sus características.

2.5.1.4.2. CONDICIONES GENERALES DE TUBERIAS FLEXIBLES

Las tuberías serán de PVC con calidad alimentaria.

Las tuberías serán de los diámetros especificados en los correspondientes apartados de la Memoria, y estarán libres de fisuras, grietas, poros, impurezas, deformaciones o faltas de homogeneidad, así como de otros defectos que pudieran disminuir su resistencia y apartar su comportamiento del esperado por sus características.

2.5.1.4.3. CONDICIONES PARA LOS ACCESORIOS

Los accesorios para las tuberías (codos, tes, etc.) serán del mismo material que las tuberías y deberán ser fabricados bajo la norma ANSI 16.9. Su diámetro será el correspondiente a las líneas en las que vayan instalados y se unirán a ellas mediante soldaduras. Los accesorios estarán libres de defecto, irregularidades, etc., que puedan afectar negativamente a su comportamiento durante el proceso.

2.5.1.4.4. CONDICIONES PARA LAS VÁLVULAS

Las válvulas serán las especificadas en la Memoria.

Estarán libres de defectos, irregularidades, etc., que puedan dificultar su instalación o montaje, o que puedan afectar negativamente a su comportamiento durante el proceso. Durante su instalación se tendrá especial cuidado de alinear correctamente los extremos con la tubería en la que vaya ser instaladas.

3. CONDICIÓN FINAL

Los documentos redactados por el ingeniero que suscribe, así como el conjunto de normas y condiciones que figuran en este pliego de condiciones y las que de acuerdo con éste sean de aplicación del pliego de condiciones varias de la edificación, aprobado por el Consejo Superior de Ingenieros de España y adoptado por la Dirección General de Ingeniería, constituyen el contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de las partes contratantes, las cuales se obligan a dirimir sus diferencias por amigables componedores y preferentemente el Ingeniero Director de obras o por los ingenieros designados a este efecto por la Delegación Provincial correspondiente al Colegio de Ingenieros.

En Chiclana de la Frontera a 10 de Junio de 2014

Fdo.: Ángel de Alba Moreno

DOCUMENTO N°4: **PRESUPUESTO**

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

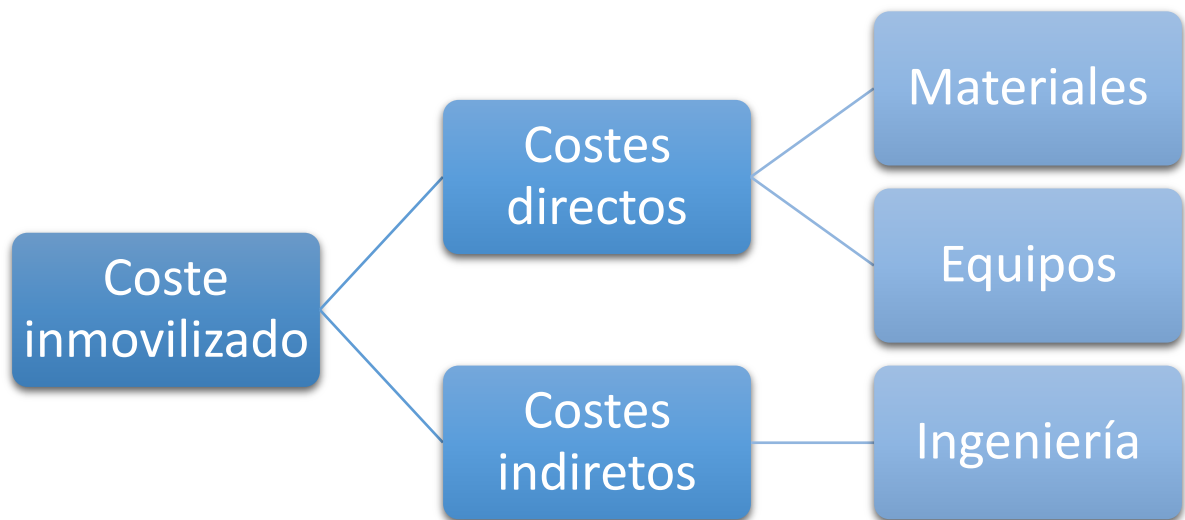
| | |
|---|----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2. ESTADO DE MEDICIONES | 6 |
| 3. PRESUPUESTO DE LOS EQUIPOS | 7 |
| 4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL | 8 |
| 5. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA | 8 |
| 6. PRESUPUESTO GENERAL | 9 |

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es la evaluación del presupuesto del presente proyecto, “Mejora del sistema de estabilización por frío de los vinos de una pequeña bodega”.

Para realizar este documento se tendrá en cuenta el coste del capital inmovilizado. Este coste se divide en dos tipos: los costes directos y los costes indirectos, es decir, inversiones que redundan en elementos físicos concretos, y otras necesarias para las anteriores, pero que no se traducen en una realidad física.

En el siguiente esquema se desglosa los costes directos e indirectos:



En los costes de los equipos se incluye los costes referentes a la maquinaria y a los montajes de las mismas. Los costes debidos a los materiales hacen referencia a las tuberías, las bombas, etc.

Los costes indirectos incluyen a los costes de la ingeniería básica y de detalle del proyecto.

2. ESTADO DE MEDICIONES

El Estado de Mediciones de un presupuesto de obra, es el conjunto de operaciones que se realizan sobre cada unidad de obra para obtener su cantidad. Tiene como misión precisar y determinar las unidades de cada partida o unidad de obra que configuran la totalidad del objeto del presupuesto.

La medición es la determinación de las dimensiones de cada unidad de obra.

Deben incluir el número de unidades y definir las características, modelos, tipos y dimensiones de cada partida de obra o elemento del objeto del proyecto.

Se realiza sobre planos definitivos, aunque en la práctica, en la obtención de las mediciones se suelen encontrar y solucionar incorrecciones en los planos.

Preferentemente las unidades en las que se expresan las cantidades deben ser la utilizadas en el sistema internacional de unidades.

El estado de mediciones debe contener un listado completo de las partidas de obra que configuran la totalidad del proyecto.

Servirá de base para la realización del presupuesto de obra.

Se realiza el estado de mediciones del presente proyecto, teniendo en cuenta la definición de esta.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDADES |
|------|--|----------|
| 1 | Intercambiador de calor de placas de acero inoxidable AISI 316 Conjunto de placas agrupadas con un mínimo espaciado entre ellas. Cada placa tiene un espesor de 0,6 mm. | 1 |
| 2 | Filtro de placas de 40x40 de acero inoxidable AISI 304 Medios filtrantes de celulosa con calidad estéril. | 1 |
| 3 | Bomba centrífuga de acero inoxidable AISI 316 Tipo multicelular horizontal monobloc | 2 |
| 4 | Válvula de asiento de 2 vías de acero inoxidable AISI 304 | 8 |
| 5 | Tubería de PVC de calidad alimentaria | 48 |
| 6 | Tubería de acero inoxidable AISI 304 | 8,4 |
| 7 | Codo de 90º de acero inoxidable AISI 304 | 6 |
| 8 | Tés de acero inoxidable AISI 304 | 4 |
| 9 | Reducción 1 ¼" a ¾" de acero inoxidable AISI 304 | 32 |
| 10 | Reducción 1 ¼" a 1" de acero inoxidable AISI 304 | 16 |
| 11 | Entronque 1" de acero inoxidable AISI 304 | 16 |
| 12 | Racores 1" de acero inoxidable AISI 304 | 16 |

3. PRESUPUESTO DE LOS EQUIPOS

Equipos de la instalación

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDADES | PRECIO UNITARIO O POR ML (€) | TOTAL (€) |
|---|-----------------------------------|----------|------------------------------|--------------|
| 1 | Intercambiador de calor de placas | 1 | 9000 | 9000 |
| 2 | Filtro de placas de 40x40 | 1 | 4550 | 4550 |
| Costes de los equipos de la instalación | | | | 13550 |

Bombas

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDADES | PRECIO UNITARIO O POR ML (€) | TOTAL (€) |
|----------------------|------------------|----------|------------------------------|------------|
| 3 | Bomba centrífuga | 2 | 423 | 846 |
| Costes de las bombas | | | | 846 |

Válvulas

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDADES | PRECIO UNITARIO O POR ML (€) | TOTAL (€) |
|------------------------|------------------------------|----------|------------------------------|---------------|
| 4 | Válvula de asiento de 2 vías | 8 | 94,87 | 758,96 |
| Costes de las válvulas | | | | 758,96 |

Tuberías y accesorios

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UNIDADES | PRECIO UNITARIO O POR ML (€) | TOTAL (€) |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------|------------------------------|----------------|
| 5 | Tubería de PVC | 48 | 12,16 | 583,68 |
| 6 | Tubería de acero inoxidable | 8,4 | 48 | 403,20 |
| 7 | Codo de 90º | 6 | 6,05 | 36,30 |
| 8 | Tés | 4 | 11,22 | 44,88 |
| 9 | Reducción 1 ¼" a ¾" | 32 | 3,42 | 109,44 |
| 10 | Reducción 1 ¼" a 1" | 16 | 3,15 | 50,40 |
| 11 | Entronque 1" | 16 | 2,30 | 36,80 |
| 12 | Racores 1" | 16 | 19,5 | 312 |
| Costes de las tuberías y accesorios | | | | 1576,70 |

4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL

| | COSTES (€) |
|---------------------------------------|-----------------|
| Equipos de la instalación | 13550 |
| Bombas | 846 |
| Válvulas | 758,96 |
| Tuberías y accesorios | 1576,70 |
| Presupuesto de ejecución del material | 16731,66 |

5. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

| | COSTES (€) |
|---|-----------------|
| Presupuesto de ejecución del material | 16731,66 |
| Gasto generales (15%) | 2509,75 |
| Beneficio industrial del contratista (6%) | 1003,90 |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 20245,31 |

6. PRESUPUESTO GENERAL

Al presupuesto de ejecución por contrata se le añade el 21% de I.V.A. dando un valor de **24496,83 €**.

EL PRESUPUESTO TOTAL DEL PRESENTE PROYECTO ASCIENDE A UN IMPORTE TOTAL DE:

**VEINTICUATRO MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON
OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS**

En Chiclana de la Frontera a 10 de Junio de 2014

Fdo.: Ángel de Alba Moreno

